

Jurnal Teknik Mesin

PROSES POMPA TRANSFER PADA SISTEM MESIN PRODUKSI GULA AREN DENGAN METODE EVAPORATOR

Nuradi

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

Muhammad Gilang

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

ABSTRAK

Pompa pertama adalah transfer untuk memindahkan nira yang dievaporasi dalam keadaan setengah penuh dan akan disimpan untuk menghadapi lagi situasi lain. Pompa ini adalah pompa gear, biasanya digunakan pada evaporator vakum untuk mengeluarkan produk gula hampir siap dicetak. Pada evaporator tipe open pan evaporator pompa ini masih memungkinkan untuk digunakan sebagai pompa kontes seperti itu, tetapi pada saat gula masih panas dan harus cepat. Setelah pemompaan selesai dengan air panas, agar tidak terjadi kemacetan. Bila operasi pemompaan terlambat memungkinkan terjadi pemadatan dalam pompa dan pipa, sehingga pompa menjadi macet. Jika terjadi pemadatan dan kemacetan dalam pompa, bukalah sambungan pipa dan kemudian pompa dan pipa direndam dengan air panas, tunggu sampai melumer. Setelah itu baru dipasang lagi. Pompa kedua adalah pompa transfer nira yang digunakan untuk memindahkan nira dari tangki nira ke evaporator (sebagai pengimput evaporator). Selain itu, pompa ini bekerja untuk memasukkan nira yang baru datang ke tangki nira. Pompa ini bekerja juga untuk sirkulasi nira di tangki nira ke economizer dan kembali lagi ke tangki nira selama proses evaporasi di dalam evaporator berlangsung.

Kata Kunci : Pompa Transfer, Evaporator, Pompa Gear

ABSTRACT

The first pump is a transfer to move the evaporated sap in a half-full state and will be stored to face another situation. This pump is a gear pump, usually used in vacuum evaporators to remove sugar products that are almost ready to be printed. In the open pan evaporator type evaporator this pump is still possible to be used as a contest pump like that, but when the sugar is still hot and it has to be fast. After pumping is finished with hot water, so that jams do not occur. If the pumping operation is delayed, compaction occurs in the pump and pipe, causing the pump to jam. If there is compaction and congestion in the pump, open the pipe connection and then immerse the pump and pipe in hot water, wait until they melt. After that just installed again.

The second pump is a sap transfer pump which is used to transfer the sap from the sap tank to the evaporator (as the evaporator input). In addition, this pump works to enter the sap that has just come into the sap tank. This pump also works to circulate the sap in the sap tank to the economizer and back again to the sap tank during the evaporation process in the evaporator.

Keywords: Keywords: Transfer Pump, Evaporator, Gear Pump

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Gula aren adalah salah satu jenis produk pangan yang dikenal secara internasional yang selama ini merupakan produk tradisional Indonesia. Gula aren atau *palm sugar*, selain digemari sebagai bahan pelengkap dalam konsumsi makanan sehari-hari, seringkali juga digunakan sebagai campuran obat pada jamu tradisional, sehingga tak jarang produk yang terkenal sebagai *healthy sugar* ini menjadi produk kegemaran masyarakat golongan ekonomi menengah ke atas di negara maju seperti Jepang. Di Indonesia sendiri terdapat sekitar 180.200 unit usaha yang berjalan dibidang pembuatan gula merah, dengan nilai produksi sekitar 4 milyar rupiah^[1]. Satu unit usaha penting yang menggunakan gula merah adalah industri pembuatan kecap yang merupakan produk lokal yang cukup banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia.

Produksi gula merah tidak dapat dipungkiri memiliki potensi yang sangat besar bagi perkembangan usaha kecil dan menengah di Indonesia. Akan tetapi masih terdapat kendala sampai saat ini yaitu tingginya kontaminan fisik dan mikrobiologi yang seringkali menyebabkan penolakan terhadap produk gula merah yang dihasilkan^[3]. Tingginya kontaminan fisik pada gula merah tersebut terkait dengan proses pembuatan secara tradisional yang menggunakan nira aren murni tanpa pengawet dengan alat-alat sederhana, seperti wajan dan bambu dengan bahan bakar kayu^[4]. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan alat untuk pengolahan nira aren menjadi gula aren yang meminimalkan kontaminasi dan kajian awal terhadap pengaruh penambahan bahan pengawet pangan natrium bisulfit terhadap proses evaporasi serta kualitas gula aren yang dihasilkan.

Pompa pertama adalah transfer untuk memindahkan nira yang dievaporasi dalam keadaan setengah penuh dan akan disimpan untuk menghadapi lagi situasi lain. Pompa ini adalah pompa gear, biasanya digunakan pada evaporator vakum untuk mengeluarkan produk gula hampir siap dicetak. Pada evaporator tipe open pan evaporator pompa ini masih memungkinkan untuk digunakan sebagai pompa kontes seperti itu, tetapi pada saat gula masih panas dan harus cepat. Setelah pemompaan selesai dengan air panas, agar

tidak terjadi kemacetan. Bila operasi pemompaan terlambat memungkinkan terjadi pemadatan dalam pompa dan pipa, sehingga pompa menjadi macet. Jika terjadi pemadatan dan kemacetan dalam pompa, bukalah sambungan pipa dan kemudian pompa dan pipa direndam dengan air panas, tunggu sampai melumer. Setelah itu baru dipasang lagi.

Pompa kedua adalah pompa transfer nira yang digunakan untuk memindahkan nira dari tangki nira ke evaporator (sebagai pengimput evaporator). Selain itu, pompa ini bekerja untuk memasukkan nira yang baru datang ke tangki nira. Pompa ini bekerja juga untuk sirkulasi nira di tangki nira ke economizer dan kembali lagi ke tangki nira selama proses evaporasi di dalam evaporator berlangsung.

TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan Umum

Pompa adalah suatu alat / pesawat yang digunakan untuk memindahkan fluida cair (*liquid*) dari suatu tempat yang rendah ke tempat lain yang lebih tinggi, dari suatu tempat yang bertekanan rendah ke tempat yang bertekanan tinggi, dari satu tempat ke tempat lain yang jauh dan juga untuk mengatasi tahanan hidrolisnya.

Klasifikasi Pompa

Berdasarkan cara pemindahan atau transfer fluidanya, pompa dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok besar yaitu :

1. Pompa *Positive Displacement* (*Positive Displacement Pump*)
2. Pompa *Dynamic* (*Non Positive Displacement Pump*)

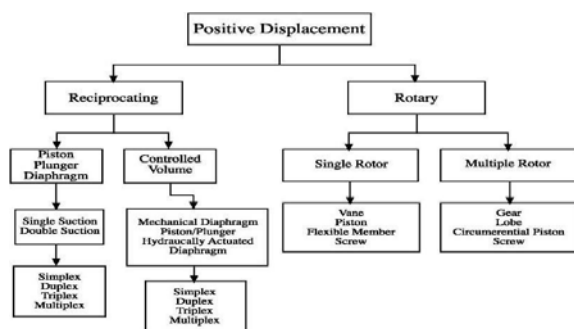
Pompa *Positive Displacement*

Pompa *Positive Displacement* adalah salah satu jenis pompa dimana perpindahan fluida selama proses kerjanya disertai perubahan volume ruang kerja pompa yang ditempati oleh fluida tersebut secara periodik akibatnya adanya satu elemen yang bergerak.

Pada saat elemen bergerak, baik dengan dorongan maupun dengan gerak berputar, maka ruang kerja pompa akan berubah makin kecil disertai dengan kenaikan tekanan yang mendorong fluida ketempat tertentu.

Ciri-ciri Pompa *Positive Displacement* adalah sebagai berikut:

1. *Head* yang dihasilkan *relative* lebih tinggi dengan debit atau kapasitas yang relatif lebih kecil
 2. Mampu beroperasi pada *suction* yang kering sehingga, tidak memerlukan proses priming pada awal operasi atau menjalankan pompa.
- Berdasarkan gerakan elemen yang bergerak, pompa *positive displacement* ini dibedakan menjadi dua macam, yaitu Pompa Reciprocating (*Reciprocating Pump*) dan Pompa Rotari (*Rotary Pump*). Berikut merupakan klasifikasi pompa *displacement pump*.



Gambar 1. Klasifikasi Pompa Displacement

a. Pompa *Reciprocating*

Pompa *reciprocating* terdiri dari silinder, dimana piston atau *plunger* bergerak secara transisi (maju-mundur) di dalam silinder tersebut. Ketika piston/*plunger* bergerak mundur maka akan menyebabkan kevakuman pada sisi suction, sehingga cairan mengalir masuk. Sedangkan pada saat langkah maju, dimana gerakan piston/*plunger* mendekati titik mati atas, maka akan dihasilkan tekanan yang mampu memaksa cairan untuk mengalir. Pompa *reciprocating* dibagi menjadi dua tipe, yaitu:

- Pompa Piston / *Plunger*

Pompa piston dan *plunger* dibedakan dari konstruksinya. Untuk memperoleh tekanan yang lebih besar dapat digunakan pompa *plunger*.

- Pompa Diafragma

Pompa diafragma merupakan pompa *reciprocating* dimana perubahan volume ruang pompa tidak menggunakan piston atau *plunger*, melainkan menggunakan suatu *membrane* yang elastik.

b. Pompa Rotary

Pompa *rotary* merupakan tipe pompa *displacement* dimana energi diteruskan dari

motor penggerak ke cairan dengan jalan dorongan dibantu pompa yang berputar. Pompa rotary memompa zat cair yang bebas dari padatan yang keras dan kasar dan mengalirkan fluida dengan viskositas yang sangat rendah. Secara garis besar pompa rotari digolongkan sebagai berikut:

- *Vane Pump*

Sudu-sudu yang terdapat pada rotor dipertahankan agar selalu menekan rumah pompa karena adanya gaya sentrifugal. Sedangkan cairan yang terletak antara sudu-sudu dituntun untuk ke luar ke sisi buang pompa.

- *Gear Pump*

Gear pump (pompa roda gigi) adalah jenis pompa *positive displacement* dimana fluida akan mengalir melalui celah-celah roda gigi dengan dinding rumahnya. Disebut sebagai pompa karena fluida yang dialirkan pada umumnya berupa cairan (*liquid*) atau bubur (*slurry*). Sedangkan pompa *positive displacement* berarti pompa tersebut menghisap sejumlah fluida yang terjebak yang kemudian ditekan dan dipindahkan ke arah keluaran (*outlet*). Gear pump sering digunakan untuk aplikasi *hydraulic fluid power*. Namun, tidak jarang jugadigunakan pada bidang kimia untuk mengalirkan fluida pada viskositas tertentu. Terdapat dua jenis *gear pump*, yaitu *external gear pump* dan *internal gear pump*. Pompa ini digolongkan sebagai *fixed displacement* karena jumlah *fluida* yang dialirkan setiap putarannya selalu tetap.

- *External Gear Pump*

Gear pump bekerja dengan cara mengalirkan fluida melalui celah-celah antara gigi dengan dinding. Kemudian fluida dikeluarkan melalui saluran outlet karena sifat pemasangan roda gigi yang selalu memiliki titik kontak. Suatu pasangan roda gigi secara ideal akan selalu memiliki satu titik kontak dengan pasangannya meskipun roda gigi tersebut berputar. Hal inilah yang dimanfaatkan oleh mekanisme gear pump untuk mengalirkan fluida. Dengan kata lain, secara ideal fluida tidak akan masuk melalui titik kontak pasangan roda gigi tersebut.

- *Internal Gear Pump*

Internal gear pump bekerja dengan memanfaatkan roda gigi dalam yang biasanya dihubungkan dengan penggerak dan roda gigi

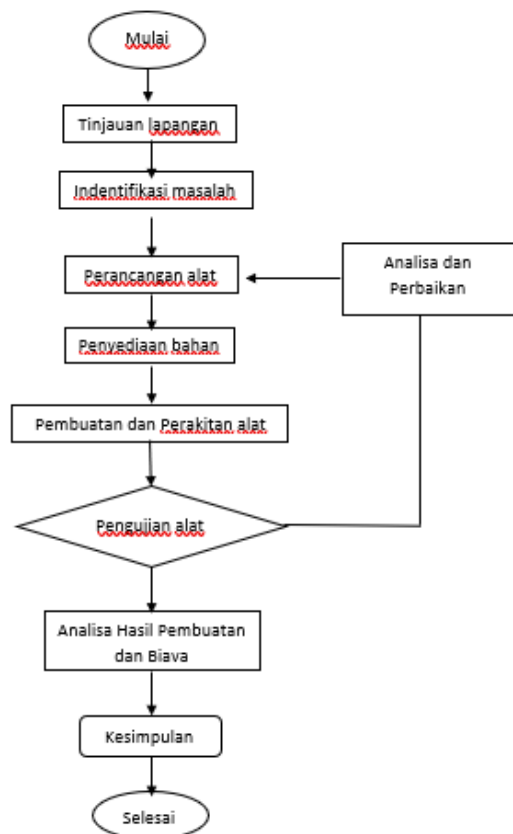
luar yang biasanya bertindak sebagai *idler*. Awalnya fluida masuk lewat *suction port* antara rotor (roda gigi besar) dan *idler* (roda gigi kecil). Fluida kemudian masuk melalui celah- celah roda gigi. Bagian yang berbentuk seperti bulan sabit membagi fluida dan bertindak sebagai *seal* antara *suction* dan *discharge port*. Fluida yang membanjiri *discharge port* akan terus didorong oleh fluida dibelakangnya sehingga fluida terus mengalir.

- *Lobe Pimp*

Pada pompa jenis ini, setiap rotor mempunyai dua atau lebih *lobe* pompa yang tertutup di dalam *casing*. Cairan terjebak pada celah antar *lobe* ikut terbawa keluar dengan adanya putaran rotor. Jumlah cairan yang dialirkan lebih besar dari cairan yang dialirkan pada *gear pump*, namun alirnya tidak rata.

- Screw Pump

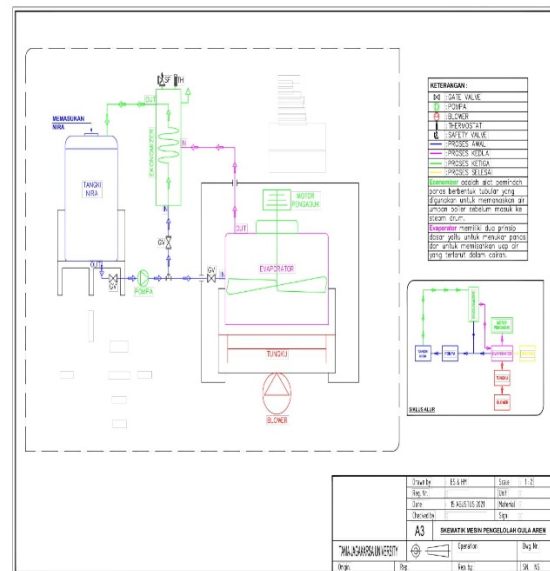
Pompa ini mempunyai satu, dua atau tiga rotor *spiral* yang berputar dalam sebuah rumah pompa yang diam, dimana cairan akan mengalir melalui ulir-ulir *screw* sepanjang sumbunya. Bahan rotor terbuat dari logam, sedangkan *helix* terbuat dari karet lunak tergantung pada sifat cairan yang dipompakan.



Gambar 3.0 Alur Proses Perancangan Pompa Transfer

Gambar Instalasi dan Unit Perancangan

METODE PENELITIAN
Tahapan Penelitian



Gambar 3.1 Gambar instalasi perancangan

Bahan dan Material Pembuatan

- 1) Meja kerangka/Dudukan pompa
Meja kerangka ini sebagai tempat diletakkannya alat uji dan dilakukan pengujian. Meja ini terbuat dari plat besi

untuk kaki mejanya, dan papan kayu untuk alas mejanya.

- 2). Pompa Transfer
Pompa Transfer digunakan untuk memindahkan cairan dari satu titik ke titik yang lain

Cara Kerja

Proses Perancangan ini adalah Proses Pompa Transfer pada mesin gula aren dengan metode evaporator

- 1) Untuk memindahkan nira dari tangki ke evaporator
- 2) Untuk mensirkulasikan nira ditangki nira ke ekonomizer dan kembali lagi ke tangki nira selama proses evaporasi didalam evaporator berlangsung

Data dan Spesifikasi

Model	GC-13	GB-13
Gear Material	Cast iron	Brass
Connection Diameter	13 mm (1/2")	
Delivery Volume	200rpm	10L/min
	400rpm	21L/min
	600rpm	32L/min
Delivery Pressure	0,1-0,3 Mpa (1-3 kg/cm ²)	
Syphoning Factor	3 m (10ft)	
Power	200W	
Pulley	125 x A1	
Weight	17,5 kg (38,6 lbs)	

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan dan Analisa Perancangan

Perencanaan Gear Pump

Untuk mengetahui suatu perencanaan yang baik untuk pompa, maka harus diketahui perencanaan head , perencanaan debit pompa, serta

Perhitungan Proses Pompa Transfer

a. Total Head

Total Head dalam suatu sistem pompa industri adalah jumlah besarnya tekanan ketika air mengalir dalam suatu sistem. Hal ini terdiri dari dua bagian yaitu : Beda tinggi (vertical rise) dan Gesekan hilang (friction loss).

Perhitungan ini sangatlah penting dan harus dilakukan secara akurat agar kita dapat melakukan perhitungan yang benar sesuai dengan jumlah peralatan dan asesoris yang dibutuhkan.

Untuk menghitung "Total Head", kita perlu mengukur dua hal yaitu:

- a) Beda tinggi (vertical rise), dan
- b) Gesekan hilang (friction loss) terhadap semua pipa dan komponen yang dilalui air pada sisi hisap (suction) dan sisi buang (discharge) pompa. Kemudian keduanya dijumlahkan.

b. Cara Menghitung Beda Tinggi

(vertical rise)

Beda Tinggi (vertical rise). Ini ditentukan dengan mengukur dari titik awal air terendah hingga titik akhir tertinggi. Ketika level air didalam tangki menurun, maka beda tinggi (vertical rise) akan meningkat, dan akibatnya, "Total Head" akan meningkat pula.

c. Cara Menghitung Gesekan Hilang (friction loss)

Gesekan Hilang (friction loss). Untuk menghitung gesekan hilang (friction loss) Anda harus terlebih dahulu mengetahui seberapa besar mengetahui seberapa besar aliran (flow) yang anda inginkan. Setiap Aliran (flow rate) akan memiliki gesekan hilang (friction loss) yang berbeda. Setelah mengetahui Aliran (flow), anda perlu mengetahui jenis pipa apa yang anda gunakan, ketebalan pipa, dan panjang

pipa, baik secara vertikal maupun horisontal. Anda juga perlu mengetahui berapa banyak sambungan siku (elbows), katup (valves), sambungan-sambungan (connections), dan apa pun yang bersentuhan dengan alir.

Dengan menggunakan contoh di atas, marilah kita asumsikan bahwa pipa yang digunakan adalah PVC, ketebalan 40, dan ukuran 1,5 inchi. Pipa memiliki jarak horisontal 120 feet, dan dinaikan 21 Feet secara vertikal. Ada 2 sambungan siku (elbows) 90 derajat dan 3 katup (gate valve).

Langkah-Langkah Perhitungan

1. Perhitungan total panjang pipa
 - $120(\text{jarak horisontal}) + 21(\text{jarak vertikal}) = 151$
2. Perhitungan panjang pipa secara sambungan siku (elbows) dan katup (gate valve)
 - Sambungan siku (elbows) memiliki nilai setara 7 feet. 2 siku (elbows) = 14 feet
 - Sebuah katup (gate valve) memiliki nilai setara 5 feet. 2 katup (gate valve) = 10 feet
 - Total Panjang = 24 feet
3. Perhitungan jumlah panjang pipa dengan panjang sambungan siku (elbows), katup (valves), sambungan-sambungan (connections).
 - $151 + 24 = 175$
4. Bagi hasil perhitungan panjang pipa dengan 100
 - $175/100 = 1,75$
5. Perhitungan gesekan hilang (friction loss) per ... feet dari pipa ... inchi
 - Jawabannya adalah 2,83 feet per 100 feet
6. Kalikanlah hasil dari Langkah ke 4 dengan angka gesekan

hilang (friction loss) pada langkah 5.

$$1,75 \times 2,83 = 4,95 \text{ feet}$$

d. Debit Pompa

Debit Pompa pompa adalah Banyaknya jumlah cairan yang dialirkan oleh pompa per satuan waktu melalui penampungan saluran keluar dimana kondisi operasi ini yang dinyatakan dalam rumus berikut ini :

$$Q = k.D.N - S$$

$$Q = Q_d - S$$

Dimana :

Q = Debit pompa (m³/menit)

$$k = 0,03471$$

S = Slip, Jumlah cairan yang bocor dari OTO volume ke OTI (m³/menit)

D = displacement (m³)

N = putaran pompa (rpm)

Q_d = displacement debit (m³/menit).

Maka :

$$Q = 0,03471 \cdot 10 \cdot 200 - 20$$

$$Q = 49,42 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$Q = 49420 \text{ lt}/\text{menit}$$

$$Q = 49,42 - 20$$

$$Q = 29,42 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$Q = 29420 \text{ lt}/\text{menit}$$

Displacement pompa adalah jumlah keseluruhan fluida dari volume OTI ke OTO selama 1 putaran roda gigi penggerak.

$$D = 2\pi k Z \left(\frac{R_2^2}{2} + R_2 R_1 - \frac{3}{2} R_1^2 \right)$$

Dimana :

D = Displacement (ft³/revolution)

K = 1

Z = Lebar roda gigi (ft)

R₁ = Jarak minimal Roda gigi Penggerak (ft)

R2 = jarak maksimal Roda Gigi yang digerakkan (ft)
Maka :

$$D = 2.3,14.1.13 (5/2+5.5-3/2.5)$$

$$D = 2.3,14.1.13 (55)$$

$$D = 81,64 (55)$$

$$D = 4490,2 \text{ ft}^3$$

$$D = 127,148 \text{ m}^3$$

Atau dalam buku referensi lainnya, untuk menghitung debit menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Q = 60 \eta_v V_g n$$

$$\eta_v = \frac{Q_2}{60 V_g n}$$

Dimana,

Q = Kapasitas Pompa (m³/jam)

η_v = Efisiensi volumetris

V_g = Volume dari celah roda gigi (m³)

n = Putaran pompa (rpm)

$$V_g = \pi \cdot d_d (d_a - d_b) \cdot b$$

Dimana :

V_g = Volume dari celah roda gigi (m³)

d_d = Diameter Lingkar kaki (m)

d_a = Diameter Lingkar Kepala (m)

b = lebar gigi (m)

Maka :

$$\eta_v = \frac{10.10}{60.15.200}$$

$$\eta_v = 1800 \text{ ft}^3$$

$$\eta_v = 50,97032 \text{ m}^3$$

e. Mencari Head Instalasi Pompa

$$W_{pompa} = \gamma \times Q \times H_{eff}$$

$$W_{pompa} = \text{Daya Fluida (kW)}$$

$$\rho = \text{Massa jenis Fluida } \left(\frac{kg}{m^3}\right)$$

$$\gamma = \text{Berat Jenis Fluida } \left(\frac{kg}{m^2 \cdot s^2}\right)$$

$$Q = \text{Kapasitas } \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

$$H_{eff} = \text{Head efektif instalasi (m)}$$

Dari lampirkan 1 Tabel Hasil Nilai Viskositas, dengan :

$$T_1 = 45^\circ\text{C} \text{ maka } \rho = 614 \frac{kg}{m^3}$$

Diketahui :

$$P_a = 1 \text{ atm} = 1,013 \text{ bar} = 1,013 \times 10^5 \frac{kN}{m^2}$$

$$P_d = 3 \text{ bar gauge} = 4 \text{ bar} = 4 \times 10^5 \frac{kN}{m^2}$$

$$V_d = V_2 = 1,0191 \frac{kN}{m^2}$$

$$V_a = 0$$

$$a = 2$$

$$\gamma = \rho \times g = 614 \times 9,81 = 6023,34 \frac{kg}{m^2 \cdot s^2}$$

$$Z_a = 1 \text{ m}$$

$$Z_d = 0,6 \text{ m}$$

$$\sum H_{lt_{a-b}} = 19,0973 \text{ m}$$

Sehingga :

Head Instalasi =

$$\begin{aligned} &= \frac{P - P_a}{\gamma} + \frac{v^2 - v_a^2}{2g} + Z_d - Z_a + \sum H_{LT_{a-d}} \\ &= \frac{4 \times 10^5 \frac{kN}{m^2} - 1,013 \times 10^5 \frac{kN}{m^2}}{6023,34 \frac{kg}{m^2 \cdot s^2}} + \frac{1,0191^2 \frac{m}{s}}{9,81 \frac{m}{s^2}} \end{aligned}$$

$$+ 0,6 \text{ m} + 1 \text{ m} + 0,7611 \text{ m}$$

$$= 49,5904 \text{ m} + 0,1058 \text{ m} + 2,4611 \text{ m}$$

$$= 52,1573 \text{ m}$$

f. Perhitungan Daya Teoritis Pompa dengan Faktor Koreksi

Dengan asumsi $\rho = 20 \text{ kg/m}^3$ sehingga daya pompa dapat dihitung sebagai berikut:

Dimana :

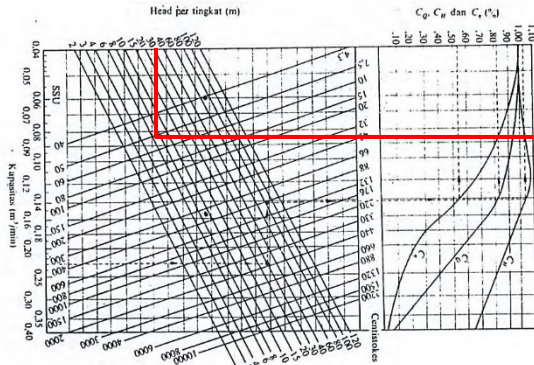
Dengan data yang telah didapat melalui perhitungan diatas, maka daya pompa dihitung berdasarkan faktor koreksi, dengan rumus:

$$Q_0 = C_Q Q_w$$

$$H_0 = C_H H_W$$

$$\eta_0 = C_y \eta_w$$

Q, H, dan η menyatakan kapasitas, head total pompa dan efisiensi pompa. Index w dan 0 menyatakan “air bersih” dan “zat cair kental”. Dengan data yang telah diperoleh melalui rumus tersebut, maka dapat dilakukan proses plotting dengan gambar grafik dibawah ini :



Gambar 5. Diagram Koleksi Pompa (DCK) Berkapasitas Kecil

Maka didapatkan :

$$Q_0 = 1,06$$

$$H_0 = 0.94$$

$$\eta_0 = 0.80$$

$$Q_w = \frac{Q_0}{C_r} = \frac{0,001}{0,94} = 10,2 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s}$$

$$H_w = \frac{H_0}{C_r} = \frac{52,1573 \text{ m}}{1,06} = 49,205 \text{ m}$$

$$\gamma = \rho \times g = 20 \frac{kg}{m^2} \times 9,81 \frac{m}{s^2} = 196,2 \frac{kg}{m^2 \cdot s^2}$$

Maka :

$$W_{pompa} = \gamma \times Q_w \times H_w$$

$$W_{pompa} = 196,2 \frac{kg}{m^2 \cdot s^2} \times 10,2 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s} \times 49,205 \text{ m}$$

$$W_{pompa} = 98,471 \text{ w}$$

$$W_{pompa} = 0,098 \text{ kW}$$

$$W_{pompa} = \gamma \times Q_w \times H_w$$

$$W_{pompa} = 196,2 \frac{kg}{m^2 \cdot s^2} \times 10,2 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s} \times 49,205 \text{ m}$$

$$W_{pompa} = 98,471 \text{ w}$$

$$W_{pompa} = 0,098 \text{ kW}$$

g. Perhitungan Daya Poros

Daya poros adalah daya yang digunakan untuk menggerakkan pompa ditambah kerugian di dalam pompa, yang besarnya dapat dihitung sebagai berikut:

$$P_{shaft} = \frac{WHP}{\eta_p}$$

Diasumsikan nilai $\eta_p = 0,7$ Sehingga perhitungan P_{shaft} dapat dilakukan seberikut:

$$P_{shaft} = \frac{0,098 \text{ kW}}{0,7}$$

$$P_{shaft} = 0,14 \text{ kW}$$

h. Perhitungan Daya Motor

Besarnya daya motor yang dipakai untuk menggerakkan pompa ditetapkan dari persamaan berikut:

$$P_m = \frac{P(1 + \alpha)}{\eta_t}$$

Dimana :

P_m = Daya Motor Penggerak Mula (kW)

α = Faktor Cadangan (kW)

η_t = Efisiensi Transmisi

Tabel 4.1 Tabel Faktor Cadangan

Jenis Penggerak Mula	α
Motor Induksi	0.1 – 0.2
Motor Bakar Kecil	0.15 – 0.25
Motor Bakar Besar	0.1 – 0.2

Dari tabel di atas dipilih jenis motor penggerak mula motor induksi dengan nilai $\alpha = 0.1$ Sedangkan untuk efisiensi transmisi, karena antara pompa dengan motor dikopel oleh kopling, sehingga nilai efisiensi transmisi (η_t) = 0,95.

Sehingga daya motor (P_m) diperoleh,

$$P_m = \frac{0,14 \text{ kW} \times (0,1)}{0,95}$$

$$P_m = 0,147 \text{ kW}$$

i. Pemilihan Pompa

Pada penelitian ini, pemilihan pompa didasarkan putaran spesifik (n_s).

1. Perhitungan Putaran Spesifik Pompa (n_s)

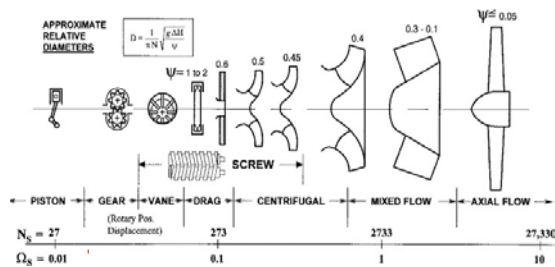
Penentuan jenis pompa didasarkan pada putaran spesifik (n_s) pompa. Makadapat dihitung:

$$n_s = 400 \text{ rpm} \frac{\sqrt{Q}}{n_{eff}^{3/4}}$$

$$n_s = 400 \text{ rpm} \times \frac{\sqrt{3,6 \frac{M^3}{h} \times \frac{h}{60 \text{ min}} \times \frac{\text{gal. min}}{3,785 \times 10^{-3} m^3}}}{(52,1573 \text{ m} \times \frac{ft}{0,3048 \text{ m}})^{3/4}}$$

$$n_s = 46 \text{ rpm}$$

Sehingga dengan memplot nilai n_s pada gambar 4.2 berikut dapat disimpulkan bahwa pompa yang akan dipilih adalah pompa dengan tipe *gear pump*.

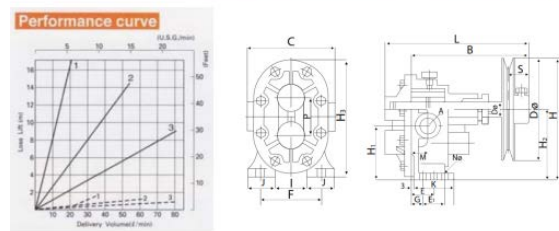


Gambar 7. Hubungan Putaran Spesifik Dengan Jenis Impeller Pompa

j. Kesimpulan Rumusan Masalah

Berdasarkan daya yang di dapat dari perhitungan secara manual sebesar 0,147 kW, maka dipilih pompa Gear dengan spesifikasi sebagai berikut :

Jenis Pompa : Pompa Gear
Tipe : External Gear Pump
Putaran maksimum : 400 rpm
Total Head Maximal : 52,1573 m
Kapasitas : 10 Liter/Menit
Output Maximal : 0,14 kW
Tekanan Maximal : 0,3 kg/cm²
Manufaktur : ORIENTAL KOSHIM



Model	A	B	C	D	D1	H	H1	H2	H3	F	J	K	E	G	EL	N	M	L	P	Q	S	Pu/Inch
GC-13-GB-13 PS	181	148	100	18	127	151	67	88	130	70	32	36	51	33	—	9	21	41	25	A1		
GC-20-GB-20 PS	201	165	130	20	152	178	78	103	153	87	38	58	60	—	23	28	9	25	50	25	A1	
GC-25-GB-25 PS	247	204	142	22	203	230	91	129	191	114	38	65	75	—	30	34	10	33	63	24	A1	

Model	Gear Material	Connection Dia.	Delivery Volume			Delivery Pressure	Suction Factor	Power	Pulley	Weight
			200rpm	400rpm	600rpm					
GC-13	Cast iron	13mm(1/2")	10	21	32	4m	200W	125×A1	5kg	
GB-13	Brass	13mm(1/2")	8	17	26	1-3kg/cm ²				
GC-20	Cast iron	20mm(3/4")	18	37	56	10F1	400W	150×A1	8kg	
GB-20	Brass	20mm(3/4")	14	28	42					
GC-25	Cast iron	25mm(1")	27	55	83		750W	200×A1	10kg	
GB-25	Brass	25mm(1")	21	42	63					

Gambar 8 Pompa Gear & Spesifikasi Aktual

PENUTUP

Kesimpulan

Pemilihan pompa dengan standar viskositas yang tinggi hingga diperlukannya *head* yang lebih besar serta putaran motor yang lebih tinggi, ini berpengaruh pada perporma laju aliran nira yang sudah mengetal menuju ke evaporator dan meminimalisir terjadinya hambatan, selama proses berlangsung. Lamanya proses yang di perlukan untuk mensirkulasi nira dari tangki ke ekonomizer bisa sampai 10 hingga 15 menit. Agar kadar air yang terkandung didalam nira berkurang, dari kesimpulan diatas fluida yang akan di alirkan ialah nira yang sengah jadi (setengah kental) dan diperlukannya spesifikasi maksimal.

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah diperoleh pada bab sebelumnya, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Head efektif Instalasi pompa 52,1573 m dan kapasitas sebesar 0,001 m³/s
2. Putaran spesifik yang dihasilkan adalah 46
3. Daya teoritis pompa adalah 0,098 kW, sedangkan daya poros yang dihasilkan adalah 0,14 kW, daya motor yang sebesar 0,147 kW.
4. Dipilih tipe External Gear Pump dengan putaran 400 rpm dan daya sebesar 0,14 kW

Saran

Dalam pengoprasian pompa harusnya berada dalam perporma maksimal sehingg tidak menggagu pross produksi, untuk itu perlu adanya perawatan secara berkala dengan cara

memeriksa secara teratur dan memastikan melakukan flushing setiap saat selesai produksi, guna untuk menghindari sumbatan pada instalasi pipa, karena terjadinya pengerasan Nira yang telah kering.

Lampiran 1

(Table Viskositas Gula Aren diambil dari Jurnal “ANALISIS FISIKOKIMIA GULA AREN CAIR”.) [5]

Pengulangan	Dial Reading	Faktor	Nilai Viskositas (Cps)
1	61	10	610
2	60,5	10	605
3	61	10	610
4	61,5	10	615
5	63	10	630
Nilai Rata-Rata Viskositas			614

Lampiran 2

(Table Standar Mutu Sirup Glukosa diatur berdasarkan SNI 01- 2978-1992. diambil dari jurnal “ANALISIS FISIKOKIMIA GULA AREN CAIR”.) [5]

Kedadaan	Standar Mutu Glukosa
Bau	Tidak Berbau
Rasa	Manis
Warna	Tidak berwarna
Air (%b/b)	Maks 20
Abu (%)	Maks 1
Gula Pereduksi (%b/b)	Min 30
Pati	Tidak nyata
Cemaran Logam	
- Timbal (Pb) mg/kg	Maks 1,0
- Tembaga (Cu) mg/kg	Maks 10,0
- Seng (Zn) mg/kg	Maks 25,0
- (As), mg/kg	Maks 0,5
Cemaran Mikroba	
- Total Plate Count	Maks 5x10 ² koloni/g
- Kapang	Maks 50 koloni/g

Lampiran 3

Parameter	Perlakuan Terbaik (A1B4)	Kontrol	Perlakuan Terburuk (A2B1)	Kontrol
Sifat Fisikokimia				
pH	5.90	6.1	5.87	6
Viskositas	3563.33	3830	226.67	320
Gula Reduksi	6.64	7.13	5.36	5.47
R	109	83	118	105
G	55.33	44	65	57
B	49.33	38	170	53
Organoleptik				
Rasa	5.65	3.2	4.55	3.3
Aroma	5.1	4	4.8	4.25
Warna	5.2	4.3	4.75	3.65
Tekstur	5.35	4	3	3.25

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pramudita, Daniel Eka. 2014. “Perhitungan Ulang Instalasi Condensate Extraction Pump (CEP) di Blok III PLTGU, PT. PJB Unit Pembangunan Gresik”. Surabaya: D3 Teknik Mesin.
- [2] Sularso, Haruo Tahara. 2004. “Pompa dan Kompresor Pemilihan Pemakaian dan Pemeliharaan”. Jakarta: Pradnya Paramita.
- [3] Pritchard, Philip J. 2011. “Fox and McDonald’s Introduction to Fluid Mechanics 8th Edition”. John Wiley & sons, inc.

[4] Retno, Wenny. 2014. “Perhitungan Boiler Feed Pump (BFP) pada Instalasi Perpipaan Feed Water System di Blok IV PLTU, PT. PJB UP Gresik”. Surabaya: D3 Teknik Mesin.

[5] Yopi Setiawan. 2010 Jurnal “ANALISIS FISIKOKIMIA GULA AREN CAIR”. Bandung, Indonesia: Universitas Al – Ghifari.

[6] Agung Sukoyo*, Bambang Dwi Argo, Rini Yulianingsih. 2014 Jurnal “Analisis Pengaruh Suhu Pengolahan dan Derajat Brix terhadap Karakteristik Fisikokimia dan Sensoris Gula Kelapa Cair dengan Metode Pengolahan Vakum”. Malang, Indonesia: Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya