JURNAL VOKASI TEKNIK (JuVoTek)
Teknik Kimia, Teknik Mesin, Teknik Elektro, Teknik Informatika, dan Teknik Industri

Teknik Mesin

BESARNYA MAJOR LOSSES DAN MINOR LOSSES ANTARA *CRUDE PALM OIL* DENGAN RANGKAIAN PERPIPAAN DARI *CRUDE OIL TANK* MENUJU *CONTINOUS SETTLING TANK* MENGGUNAKAN POMPA SENTRIFUGAL

Yanto[1], Reyhan Alfridzi[2]*

[1,2] *Program Studi Teknik Mekanika, Politeknik Teknologi Kimia Industri Medan, Medan, Indonesia*

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 30 Juli 2025
Revisi Akhir: 31 Juli 2025
Diterbitkan *Online*: 2 Agustus 2025

KATA KUNCI

Head loss, Major losses, Minor Losses dan Head Total.

Keywords:

Head loss, Major losses, Minor Losses dan Head Total.

KORESPONDENSI

E-mail: yantobahar1362@gmail.com

A B S T R A K

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perhitungan Major Losses dan minor Losses antara Crude Palm Oil (CPO) dengan rangkaian perpipaan dari Crude Oil Tank (COT) menuju Continous Settling Tank (CST) menggunakan pompa sentrifugal dan untuk mempelajari tekanan (Head Total) yang sampai pada keluaran rangkaian perpipaan dari Crude Oil Tank (COT) menuju Continous Settling Tank (CST) akibat adanya kerugian gesekan (Major Losses). Head Loss adalah penurunan tekanan pada fluida yang mengalir dalam pipa, secara garis besar penyebab terjadinya Head Loss terbagi menjadi dua yaitu Major losses dan Minor losses. Major Losses adalah penurunan tekanan yang disebabkan oleh gesekan antara fluida yang mengalir dengan dinding pipa, sementara Minor Losses adalah penurunan tekanan yang disebabkan karena adanya sambungan pipa (fitting) seperti katup (valve), belokan (elbow), saringan (strainer), peercabangan (tee), losses pada bagian entrance, losses pada bagian axit, pembesaran pipa (expansion), dan pengecilan pipa (contraction) dan sebagainya. Penelitian ini menggunakan metode perhitungan teoritis serta studi literatur melalui berbagai sumber yang mendukung. Setelah dilakukan perhitungan maka didapatkan hasil Major Losses sebesar 2,087793 m, Minor Losses sebesar 3,03801 m dan Head Total sebesar 12,483515 m.

.

A B S T R A C T

This study aims to calculate Major Losses and minor Losses between Crude Palm Oil (CPO) with a series of pipes from Crude Oil Tank (COT) to Continuous Settling Tank (CST) using a centrifugal pump and to study the pressure (Total Head) that reaches the output of the series of pipes from Crude Oil Tank (COT) to Continuous Settling Tank (CST) due to experimental errors (Major Losses). Head Loss is a decrease in pressure in the fluid flowing in the pipe, in general the causes of Head Loss are divided into two, namely Major Losses and Minor Losses. Major Losses are a decrease in pressure caused by the occurrence between the flowing fluid and the pipe wall, while Minor Losses are a decrease in pressure caused by the presence of pipe connections (fittings) such as valves, sealing (elbows), strainers, branching (tees), Losses at the inlet, Losses at the axis, pipe enlargement (expansion), and pipe shrinkage (contraction) and so on. This research used theoretical calculation methods and literature studies from various supporting sources. After the calculations, the results obtained were Major Losses of 2.087793 m, Minor Losses of 3.03801 m, and Total Head of 12.483515 m.

.

https://doi.org/10.12345/xxxxx
Attribution-ShareAlike 4.0 International Some rights reserved

PENDAHULUAN

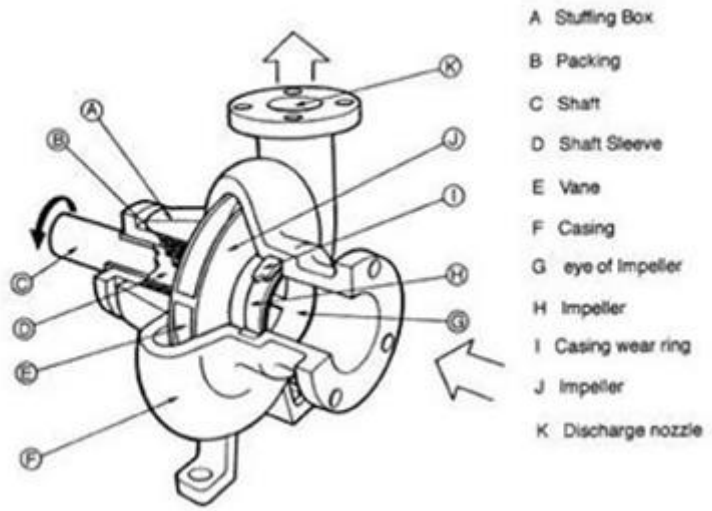
Crude Palm Oil (CPO) merupakan hasil ekstraksi dari daging buah kelapa sawit atau yang disebut mesocarp, proses keluarnya minyak dari daging buah kelapa sawit terjadi pada saat proses pengempaan di stasiun press[1]. Daging buah yang telah melewati tahap pencacahan di digester kemudian dikempa dengan worm screw tipe double screw pada mesin press atau mesin kempa dan diberi tekanan yang telah disesuaikan oleh mesin press hydraulic sehingga minyak keluar dari daging buah, untuk memudahkan minyak kasar mengalir dari mesin press maka ditambahkan air panas[2]. Minyak hasil pengempaan ini kemudian disebut dengan minyak kasar atau Crude Palm Oil (CPO), CPO dari hasil pengempaan masih mengandung banyak sekali kotoran seperti; air, lumpur (sludge), kerikil, cangkang pecah, serat (fiber), logam yang terikut saat proses pemanenan ataupun pengangkutan. Maka diperlukan proses pemisahan zat-zat kotoran tersebut, proses pemisahan ini disebut dengan proses pemurnian (Clarification) yang terjadi pada stasiun klarifikasi. Pada stasiun klarifikasi, minyak kasar (CPO) hasil pengempaan akan mengalir terlebih dahulu ke Sand Trap Tank melalui Oil Gutter untuk dipisahkan dengan kotoran seperti lumpur, kerikil, cangkang pecah yang terikut dan lainnya berdasarkan berat jeninya[3]. Pada Sand Trap Tank terdapat pipa Upper Flow di atasnya sehingga apabila volume tangki sudah menyentuh pipa Upper Flow, maka minyak akan mengalir ke Vibrating Screen melalui pipa tersebut. Vibrating 1 Screen merupakan alat ayakan yang berfungsi untuk menyaring minyak kasar (CPO) dengan kotoran-kotoran halus yang masih terikut. Setelah melalui penyaringan, minyak kasar (CPO) kemudian diendapkan pada Crude Oil Tank (COT). Crude Oil Tank (COT) merupakan bak penampung minyak kasar (CPO) yang di dalamnya terdapat sekat-sekat untuk tempat pengendapan minyak kasar (CPO)[4]. Setelah minyak tersebut mencapai sekat terakhir, minyakakan dipompakan menuju Continous Settling Tank (CST) menggunakan pompa sentifugal melalui pipa transfer dimana pada CST minyak kasar kemudian diendapkan agar terpisah dari kotoran-kotoran. Minyak kasar (CPO) yang dipompakan dari Crude Oil Tank (COT) pastinya memiliki tekanan terlebih dahulu karena adanya daya dari pompa, saat melalui rangkaian perpipaan menuju Continous Settling Tank (CST) minyak akan mengalami kehilangan tekanan (Head Loss). Head Loss adalah penurunan tekanan pada fluida yang mengalir dalam pipa, secara garis besar penyebab terjadinya Head Loss terbagi menjadi dua yaitu Major losses dan Minor losses[5]. Major Losses adalah penurunan tekanan yang disebabkan oleh gesekan antara fluida yang mengalir dengan dinding pipa, sementara Minor Losses adalah penurunan tekanan yang disebabkan karena adanya sambungan pipa (fitting) seperti katup (valve), belokan (elbow), saringan (strainer), peercabangan (tee), losses pada bagian entrance, losses pada bagian axit, pembesaran pipa (expansion), dan pengecilan pipa (contraction) dan sebagainya[6]. Penurunan tekanan ini tentunya mengakibatkan berkurangnya daya hantar yang dihasilkan oleh pompa serta pengaruhnya terhadap debit alir, sehingga perlu diperhitungkan besarnya gesekan antara fluida dengan pipa yang terjadi.

Pompa sentrifugal termasuk kedalam jenis pompa dinamik, yaitu pompa yang dapat menghasilkan fluida dengan kecepatan tinggi dan mengubah kecepatan fluida menjadi tekanan melalui perubahan penampang aliran. Pompa sentrifugal terdiri dari sebuah impeller yang di tengah-tengahnya terdapat saluran inlet dan sebagai sumber penggeraknya menggunakan motor yang biasanya adalah motor asynchron atau motor synchron yang kecepatan putarnya tidak dapat diatur. Pada saat impeller berputar, fluida mengalir menuju casing di sekitar impeller sebagai dampak dari gaya sentrifugal[7]. Casing ini berfungsi untuk menurunkan kecepatan fluida sementara kecepatan putar impeller tetap tinggi. Kecepatan fluida dikonversikan menjadi tekanan oleh casing sehingga fluida dapat keluar melalui outlet. Impeller sendiri terdiri 3 (tiga) jenis yatu; impeller terbuka, impeller tertutup dan impeller semi-terbuka[8].

Dalam menjalankan cara kerjanya, pompa ini digerakkan oleh dinamo atau motor. Daya yang diperoleh dari putaran motor akan disalurkan ke poros pompa untuk memutar impeller pada poros tersebut. Impeller adalah roda berputar yang menghasilkan energi kinetik saat berputar oleh motor atau mesin

https://doi.org/10.12345/xxxxx Attribution-ShareAlike 4.0 International Some rights reserved

penggerak. Impeller menghisap cairan ke dalam pusatnya karena berputar, menciptakan tekanan rendah di bagian tengah impeller[9]. Zat cair atau fluida yang ada di dalam impeller akan berputar yang disebabkan dorongan sudu–sudu. Akibat dari konstruksi impeller sehingga putaran yang didapat dari sumber penggerak yaitu motor kemudian menimbulkan gaya sentrifugal. Timbulnya gaya sentrifugal tersebut akan membuat zat cair atau fluida yang mengalir dari bagian tengah impeller keluar lewat saluran diantara sudu–sudu dan meninggalkan impeller dalam kecepatan tinggi, kemudian akan keluar lewat saluran rumah siput (volute) yang penampangnya semakin membesar, sehingga terjadi perubahan head kecepatan menjadi head tekanan. Oleh karena itu, fluida yang keluar dari saluran discharge pompa akan memiliki head total yang lebih besar. Penghisapan terjadi karena setelah zat cair dilemparkan oleh impeller, ruang di antara sudu–sudu menjadi turun tekanannya sehingga zat cair akan terhisap masuk.



Gambar 1. Konstruksi Pompa Sentrifugal

Rugi gesek atau rugi mayor adalah rugi head yang terjadi karena gesekan fluida dengan dinding pipa. Aliran turbulen mempunyai koefisien gesek yang lebih tinggi dibandingkan dengan aliran laminer, tingginya koefisien gesek berpengaruh secara langsung pada besarnya penurunan tekanan dan pada akhirnya besarnya energi yang diperlukan untuk mengalirkan fluida (Indartono, 2006). Apabila fluida mengalir melalui suatu percabangan maka akan terjadi separasi yang mengakibatkan terjadinya kerugian tekan. Faktor yang mempengaruhi kerugian gesekan (Major Losses) dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Diameter dalam pipa
2. Tingkat kekasaran (Roughness) permukaan pipa yang dilalui oleh fluida.
3. Kecepatan aliran fluida yang melalui pipa.
4. Faktor gesek.
5. Panjang pipa.

Menurut (Dwiyantoro, 2004), adanya percabangan pada aliran fluida incompressible berakibat terganggunya aliran karena adanya separasi yang menyebabkan kerugian dari tekanan total. Untuk Separasi dan Head losses pada pipa bengkok (Study of the Separated and Total Losses in Bend) telah diteliti oleh (Salem et-all, 2003): Bahwa kerugian gesek mayor mempunyai pengaruh signifikan pada kerugian gesekan total ketika perbandingan bend curvature radius (r) dibanding bend diameter (D) diatas 0,92 dan koefisien kerugian dan separasi paling besar jika arah aliran berubah secara tajam dan radius curvature sama dengan nol.

$$h_{L\ mayor} = \lambda \frac{L.V^2}{D.2g}$$

Rugi sambungan atau rugi minor adalah rugi head yang disebabkan oleh belokan, perbesaran dan perkecilan penampang alir secara tiba-tiba, banyak sambungan sepanjang jalur aliran. Faktor yang mempengaruhi kerugian sambungan (Minor Losses) dapat diuraikan sebagai berikut: \

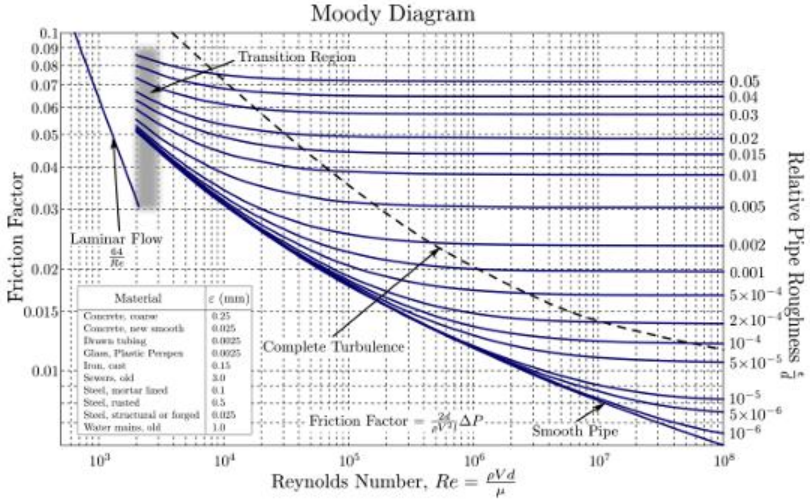
1. Banyaknya sambungan sepanjang aliran fluida.
2. Belokan atau perubahan aliran mendadak.
3. Perbesaran dan perkecilan penampang alir secara tiba-tiba.
4. Kecepatan aliran fluida.
5. Koefisien hambatan.

$$h_{L\ minor} = \sum nk\frac{V^2}{2g}$$

Penelitian aliran dalam pipa (internal flow) dimulai oleh seorang maha guru dari Jerman tahun 1850, Julius Weisbach meneliti rugi pada hulu pipa, yang kemudian dilanjutkan oleh insinyur Perancis, Henry Darcy pada tahun 1857 yang melakukan eksperimen aliran pipa dan pertama kalinya mengungkap efek kekasaran pada hambatan pipa yang dikenal dengan persamaan Darcy-Weisbach. Kemudian Osborne Reynold melakukan eksperimen melalui pipa klasiknya pada tahun 1883 yang memperlihatkan pentingnya bilangan Reynolds dalam aliran fluida. Aliran fluida tak mampu mampat (incompressible), biasanya diambil asumsi (anggapan) bahwa kerapatan, viskositas dan temperature tidak mengalami perubahan sehingga berat spesifiknya konstan. Untuk diameter dan panjang pipa tertentu, kerugian tekanan di dalam pipa disebabkan adanya efek gesekan sebagai fungsi bilangan Reynold. Bilangan Reynold akan mengakibatkan/menimbulkan perubah yang besar terhadap variasi tekanan aliran. Bilangan Reynold didefinisikan sebagai perbandingan gaya-gaya inersia dengan gaya-gaya viskos fluida, dan secara matematis dinyatakan sebagai berikut:

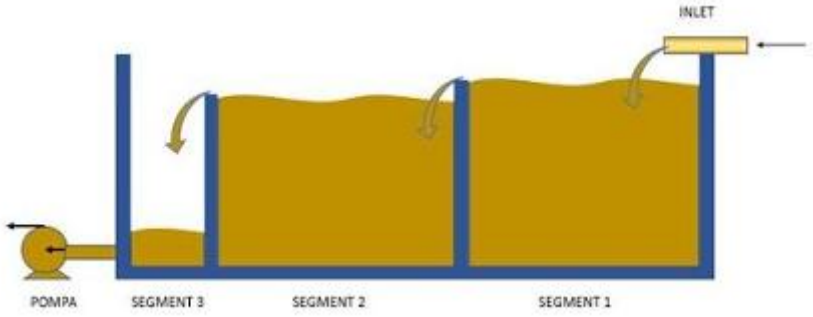
$$R_E = \rho\frac{V.D}{\mu}$$

Diagram Moody awalnya adalah alternatif untuk menyelesaikan persamaan Colebrook yang mana persamaan ini adalah persamaan implisit yang menghubungkan faktor gesekan Darcy dengan bilangan Reynold, diameter, dan kekasaran pipa, namun sangat sulit untuk dipecahkan apalagi sebelum diemukannya kalkulator dan komputer. Diagram Moody dibuat pada awal tahun 1940-an sebelum penggunaan kalkulator dan komputer menjadi biasa. Lewis Moody memecahkan persamaan Colebrook untuk berbagai kombinasi bilangan Reynold dan tingkat kekasaran serta memasukkannya pada grafik. Sehingga dari diagram tersebut dapat diketahui tingkat kekasaran pipa dan faktor gesekan dengan mengetahui terlebih dahulu bilangan Reynold dari aliran yang terdapat dalam rangkaian perpipaan. Pada kenyataannya, diagram Moody adalah sebuah representasi grafis dari persamaan Colebrook yang merupakan sebuah pencocokan empiris dari data penurunan tekanan aliran pipa (Munson, 2003). Dapat dimengerti bahwa diagram Moody adalah alternatife untuk menentukan nilai faktor gesek melalui penyederhanan persamaan coolebrook dan persamaan Darcy kedalam bentuk diagram yang kemudian dikenal dengan diagram Moody.



Gambar 2. Diagram Moody

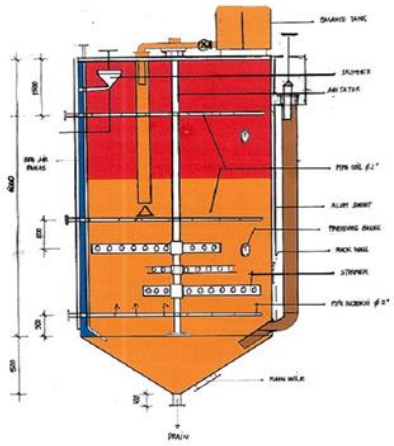
Crude Oil Tank (COT) merupakan tangki pengendap crude oil yang berasal dari vibrating screen dan pemisah pasir atau non oil solid (NOS). Crude Oil Tank (COT) berfungsi untuk mengendapkan partikel-partikel yang tidak larut dan masih lolos dari vibrating screen. Karena tangki ini ukurannya relatif kecil, yaitu 10 m^3 dengan retention time (waktu pengendapan) 30 – 45 menit untuk PKS kapasitas 30 ton/jam, maka dapat dikatakan bahwa retention time minyak relatif singkat, sehingga lebih berfungsi untuk mengendapkan pasir atau lumpur partikel besar, sedangkan untuk memisahkan partikel halus kurang berhasil. Fungsi utama COT adalah menampung minyak dari vibrating screen sebelum dipompakan ke CST.



Gambar 3. Crude Oil Tank (COT)

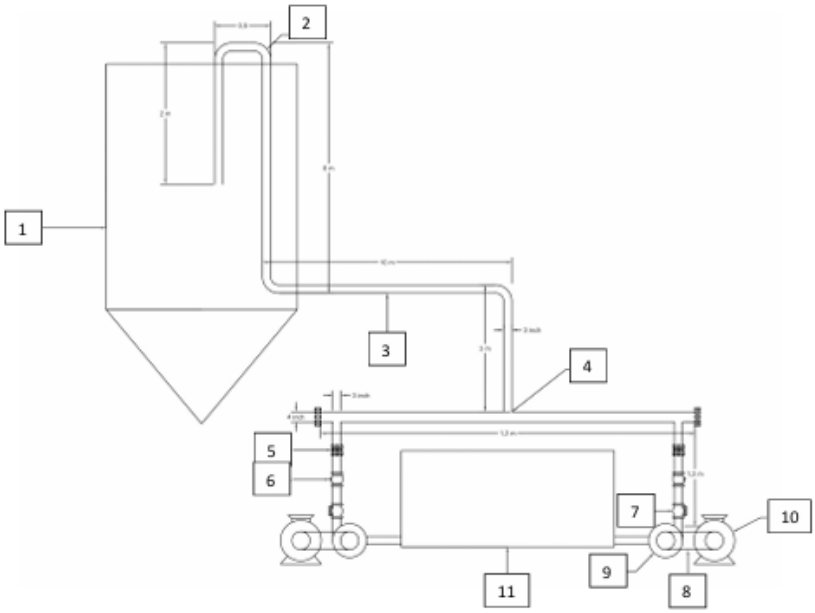
Continous Setling Tank (CST) adalah bejana berbentuk vertikal silinder yang digunakan untuk proses pemisahan antara minyak dengan sludge menggunakan sistem pengendapan bertingkat. Suhu di CST harus dijaga berkisar 90-95 agar pemisahan minyak dan sludge lebih cepat, karena sifat minyak yang dapat membeku/mengental pada suhu dibawah 35 . Dibagian dalam CST terdapat pisau agitator dengan putaran 3-5 rpm yang berfungsi untuk mencincang larutan yang kental sehingga minyak lebih cepat bergerak keatas, putaran ini tidak boleh terlalu cepat atau terlalu lambat.

Dalam operasionalnya, temperatur CST tidak serta merta menjadi 95 karena sumber panas berasal dari uap yang dihasilkan boiler. Jadi, awal olah temperatur kerja sangat rendah bisa saja hanya 50-75 . Untuk itu perlu dilakukan pemanasan dengan injeksi uap langsung hingga temperatur CST mencapai 90 , kemudian steam injeksi langsung digantikan oleh steam coil untuk pemanasan hingga temperatur kerja normal diperoleh. Capaian temperatur kerja CST juga dibantu oleh kinerja ROT sehingga untuk mencapai temperatur 95 di CST semakin mudah dan cepat. Penyetelan lapisan minyak di CST dikendalikan oleh Skimmer di Upper Flow dan atau Under Flow (jika under flow memiliki keran penyetel kapasitas aliran). Jika posisi skimmer diputar hingga bergerak keatas maka lapisan minyak yang terbentuk akan semakin tebal demikian sebaliknya. Jika penyetelan dilakukan di underflow sama halnya dengan pengaturan skimmer. Beberapa CST menggunakan pengaturan di Upper flow dan Under Flow. Namun ada juga yang memakai pengaturan di salah satu bagian saja. Perbedaan nya, jika skimmer yang diturunkan maka lapisan minyak yang dikurangi, jika di underflow pada posisi diturunkan maka lapisan impuriti yang naik mendorong lapisan minyak sawit hingga masuk ke skimmer/upper flow.



Gambar 4. Continous Settling Tank (CST)

Rangkaian perpipaan dari COT menuju CST menggunakan pipa berbahan stainless steel serta terdapat beberapa jenis sambungan (fitting).

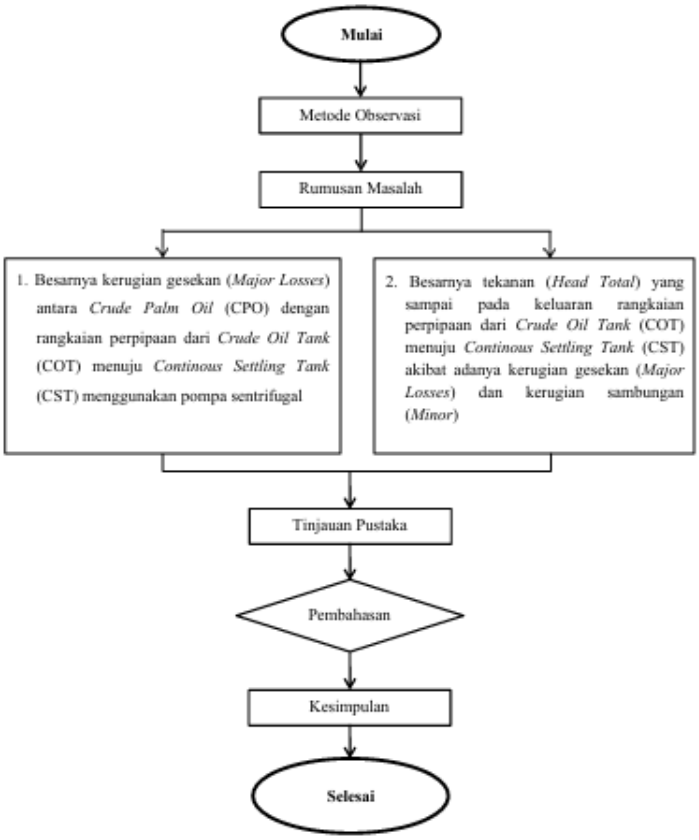


Gambar 5. Rangkaian Pipa Dari COT Menuju CST

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan Metode ini merupakan suatu metode penelitian yang dilakukan ditempat penelitian atau melakukan kegiatan penelitian dilapangan. Pada metode ini terbagi menjadi tiga yaitu, Wawancara, Observasi dan Studi Literatur.

Kerangka konseptual pada penelitian ini terlihat pada gambar 6 dibawah ini:



Gambar 6. Kerangka Konseptual

HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesifikasi Peralatan:

1. Pompa Sentrifugal
   Type : Kew Pump ks se-3 sek40
   Q : 35 atau sama dengan 0,00972
   H : 30
   Ha : 2
2. Pipa Oil Transfer
   Bahan : Stainless Steel
   ε : 0,35
   Sch : 40s
   D : 76,2
   L : 24,5
3. Fluida
   Jenis : CPO + Air
   Suhu : 80°C

ρ : 890 kg/m^3 + 1.000 kg/m^3

μ : 0,628 x 10^{-3} kg/ms + 0,355 x 10^{-5} kg/ms

Menghitung Kerugian Gesekan (Major Losses)

A. Kecepatan Aliran

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{Q}{\frac{\pi}{4}\ x\ d^2}$$

$$V = \frac{0{,}00972\ m^3/s}{\frac{3{,}14}{4}\ x\ (0{,}0762\ m)^2}$$

$$V = \frac{0{,}00972\ m^3/s}{0{,}004558\ m^2}$$

$$V = 2{,}132\ m/s$$

B. Bilangan Reynold

$$R_E = \rho\frac{V.d}{\mu}$$

$$R_E = 1.890\ kg/m^3 x\ \frac{2{,}132\ m/s\ \ x\ 0{,}0762\ m}{0{,}6315\ x\ 10^{-3}\ kg/ms}$$

$$R_E = 1.890\ kg/m^3\ x\ \frac{0{,}1624\ m^2/s}{0{,}6315\ x\ 10^{-2}\ kg/ms}$$

$$R_E = 1.890\ kg/m^3\ x\ 24{,}47768\ m^3/kg$$

$$R_E = 486.179{,}0452\ \text{(Turbulen)}$$

C. Faktor gesekan

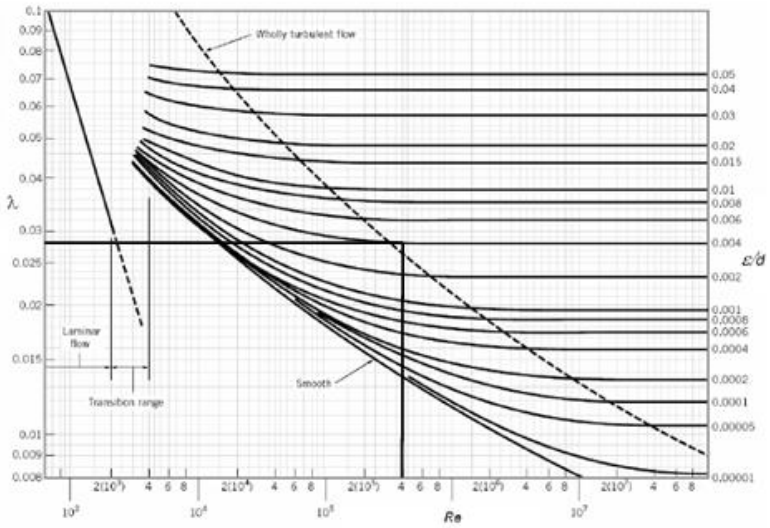
Menentukan factor gesekan dengan menggunakan diagram Moody, dengan cara :

- Menentukan nilai ε/D

$$\varepsilon/D = \frac{0{,}00035\ m}{0{,}0762\ m}$$

$$\varepsilon/D = 0{,}004593\ m^2$$

- Nilai bilangan Reynold diketahui 4,86 x 10^4
- Dari kedua data diatas maka :



Nilai faktor gesekan (λ) yaitu = 0,028

D. Kerugian gesekan

$$h_{L\ mayor} = f\frac{L.V^2}{D.2g}$$

$$h_{L\ mayor} = 0{,}028\ x\ \frac{24{,}5\ m\ x\ (2{,}132\ m/s)^2}{0{,}0762\ m\ x\ 2\ x\ 9{,}8\ m/s^2}$$

$$h_{L\ mayor} = 0{,}028\ x\ \frac{111{,}3628\ m^3/s^2}{1{,}49352\ m^2/s^2}$$

$$h_{L\ mayor} = 0{,}028\ x\ 74{,}56404\ m$$

$$h_{L\ mayor} = 2{,}087793\ m$$

Maka besarnya kerugian gesekan (Major Losses) pada rangkaian pipa dari COT menuju CST sebesar 2,087793 m.

Menghitung Head Total

Tabel 1. Data Pengamatan

Kelengkapan	Jumlah (n)	Konstanta (k)	n x k
Elbow	4	1,5	6
Tee	3	1	3
Check Valve	2	2	4
Ball Valve	2	0,05	0,1
$\sum nk$			13,1

 https://doi.org/10.12345/xxxxx

$$h_{L\,minor} = \sum nk \frac{V^2}{2g}$$

$$h_{L\,minor} = 13{,}1\ x\ \frac{(2{,}132\ m/s)^2}{2\ x\ 9{,}8\ m/s^2}$$

$$h_{L\,minor} = 13{,}1\ x\ 0{,}2319\ m$$

$$h_{L\,minor} = 3{,}03801\ m$$

Total Head Loss

$$h_L = h_{L\,mayor} + h_{L\,minor}$$

$$h_L = 2{,}087793\ m + 3{,}03801\ m$$

$$h_L = 5{,}125803\ m$$

Menghitung Head Total

1. Perbedaan tekanan dikedua ujung pipa
   - $h_{p1} = H - h_L$

     $h_{p1} = 30\ m - 5{,}125803\ m$

     $h_{p1} = 24{,}874196\ m$
   - $h_{p2} = H + h_a$

     $h_{p2} = 30\ m + 2\ m$

     $h_{p2} = 32\ m$
   - $\Delta h_p = h_{p2} - h_{p1}$

     $\Delta h_p = 32\ m - 24{,}874196\ m$

     $\Delta h_p = 7{,}125803m$
2. *Head Total*

   $$HT = h_a + \Delta h_p + h_L + \frac{V^2}{2g}$$

   $$HT = 2\ m + 7{,}125803\ m + 5{,}125803\ m + \frac{(2{,}132\ m/s)^2}{2\ x\ 9{,}8\ m/s^2}$$

   $$HT = 2\ m + 7{,}125803\ m + 5{,}125803\ m + 0{,}231909\ m$$

   $$HT = 12{,}483515\ m$$

Maka besarnya Head Total yang didapat berdasarkan perhitungan yaitu sebesar 12,483515 m.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil perhitungan yang diperoleh maka besarnya Major Losses antara Crude Palm Oil dengan rangkaian perpipaan dari COT menuju CST menggunakan pompa sentrifugal sebesar 2,087793 m dan besarnya Minor Losses pada rangkaian perpipaan dari COT menuju CST menggunakan pompa sentrifugal sebesar 3,03801 m dan Head Total yang sampai pada keluaran pipa dari COT menuju CST sebesar 12,483515 m.

DAFTAR PUSTAKA

[1] R. M. G. C. Sinaga, S. F. Dina, and H. Darmadi, "BESARNYA LAJU PERPINDAHAN PANAS PADA HEAT EXCHANGER TIPE PLATE DENGAN MENGGUNAKAN ALIRAN FLUIDA CHILLER DI PT. ABC," *Jurnal Mekanika Instrumentasi Listrik dan Otomasi*, vol. 1, no. 1, pp. 15–25, 2024.

[2] H. Darmadi, M. Mustakim, Irwansyah, J. V. A. Wawuru, M. Ginting, and A. B. Prasetya, "Variation of Agitator Blades in Continous Settling Tank to Reduce Oil Losses in Oil Refining Process in Palm Palm Factories," *Jurnal Inotera*, vol. 9, no. 2, pp. 267–274, Jul. 2024, doi: 10.31572/inotera.vol9.iss2.2024.id351.

[3] A. Muliawan and A. Yani, "Analisa Head Mayor Dan Minor Pompa Chiller dengan Bukaan Katup Instalasi Pompa Tunggal," *JURNAL SAINS TERAPAN*, vol. 4, no. 1, pp. 63–69, 2018.

[4] H. Darmadi, M. Muttaqin, K. A. Tambunan, and R. A. Barus, "KEKUATAN DAN DAYA TAHAN PEGAS TERHADAP GETARAN BANDUL PADA VIBRATING SCREEN DI STASIUN PEMURNIAN PKS PT. X," *Jurnal Mekanova*, vol. 8, no. 1, pp. 73–85, 2022.

[5] I. W. Joniarta, A. Aprilian Dika, and M. Wijana, "ANALISIS EFISIENSI POMPA SENTRIFUGAL PADA DESALINASI DENGAN PROSES REVERSE OSMOSIS," *Energy, Materials and Product Design*, vol. 3, no. 2, pp. 213–223, Nov. 2024, doi: 10.29303/empd.v3i2.5429.

[6] A. Puspawan, M. Manurung, and A. Nuramal, "ANALYSIS OF HEAD LOSSES AND EFFICIENCY OF CENTRIFUGAL PUMP G-31-41A PLANT 35 AT PT. PERTAMINA REFINERY RU V BALIKPAPAN," vol. 18, no. 1, pp. 12–20, 2024, doi: 10.33369/teknosia.v18i1.34650.

[7] J. A. Saputri, N. Hidayat, M. Riduan, Y. P. Ayu, and A. Kahar, "Kajian Neraca Massa dan Penentuan Kehilangan Minyak (Oil losses) pada Bak Kondensat Unit Perebusan Alat Screw Pressing Pabrik Kelapa Sawit Study of Mass Balance and Determination of Oil Losses in Condensate Tubs of Boiling Units and Screw Pressing Equipment of Palm Oil Mills," *Jurnal Chemurgy,* vol. 7, no. 1, pp. 33–39, 2023, [Online]. Available: http://e-journals.unmul.ac.id/index.php/TK

[8] A. Puspawan and B. Dwika Leonanda, "Analisa Head Losses dan Efisiensi Pompa Sentrifugal Vogel dari Instalasi Menara Pendingin ke Penampung Utama," vol. 14, no. 2, pp. 117–125, 2023.

[9] I. Stephani Manalu, S. Rahmah Sibuea, and W. Novarika, "POTENSI KERUGIAN EKONOMI AKIBAT KEHILANGAN MINYAK PADA LIMBAH CAIR DI UNIT SLUDGE SEPARATOR DI PTPN IV KEBUN ADOLINA PERBAUNGAN," *Cetak) Buletin UtamaTeknik*, vol. 18, no. 3, pp. 296–302, 2023.