

Perhitungan Kebutuhan Steam Pada Proses Pemisahan Minyak Pada Sludge Separator di Stasiun Klarifikasi Pabrik Kelapa Sawit PT. XYZ

Ratna Kristina Tarigan ¹

¹ Teknik Kimia, Politeknik Teknologi Kimia Industri, Medan, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 07 Juli 2023
Revisi Akhir: 07 Juli 2023
Diterbitkan Online: 07 Juli 2023

KATA KUNCI

steam, sludge separator

Keywords:

steam, sludge separator

KORESPONDENSI

E-mail: ratnakristinatarigan70@gmail.com

A B S T R A K

Sludge separator adalah alat yang digunakan pada proses pemisahan minyak dari sludge dengan penambahan air panas sebagai pengencer yang digunakan dalam proses pemisahan minyak dari sludge. Air disuplai ke dalam hot water tank lalu steam disuplai dengan temperatur 100 °C dan tekanan 1,01 Bar untuk memanaskan air sehingga diharapkan temperatur air 90-95°C. Pada sludge separator diumpunkan sludge yang mengandung lumpur, minyak, serta air yang berasal dari buffer tank dan air panas dari hot water tank yang berfungsi sebagai pengencer, dimana pada sludge separator minyak dipisahkan dari sludge dengan gaya sentrifugal. Setelah terjadi proses pemisahan pada sludge separator, minyak terpisah dari sludge dan dialirkan ke bak penampung minyak dan sludge dikumpulkan ke kolam limbah. Berdasarkan perhitungan neraca massa, diperoleh jumlah air yang digunakan dalam proses pemisahan minyak dalam sludge pada sludge separator adalah 2.502,2501 Kg/Jam. Dari perhitungan kebutuhan steam, diperoleh jumlah steam yang dibutuhkan dalam proses pemisahan minyak dalam sludge pada sludge separator ialah 286,4361283 Kg/Jam.

A B S T R A C T

Sludge separator is a tool used in the process of separating oil from sludge by adding hot water as a diluent used in the process of separating oil from sludge. Water is supplied to the hot water tank then steam is supplied with a temperature of 100 °C and a pressure of 1.01 Bar to heat the water so that the expected water temperature is 90-95°C. In the sludge separator, sludge containing mud, oil, and water is fed from the buffer tank and hot water from the hot water tank which functions as a diluent, where in the sludge separator the oil is separated from the sludge by centrifugal force. After the separation process occurs in the sludge separator, the oil is separated from the sludge and flows into the oil reservoir and the sludge is collected into the waste pond. Based on mass balance calculations, it is obtained that the amount of water used in the process of separating oil in sludge in the sludge separator is 2,502.2501 Kg/hour. From the calculation of steam requirements, it is obtained that the amount of steam required in the process of separating oil in sludge in the sludge separator is 286.4361283 Kg/hour

PENDAHULUAN

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis jacq*) merupakan salah satu tanaman perkebunan di Indonesia yang memiliki masa depan cukup cerah. Bagian tanaman kelapa sawit yang bernilai ekonomi tinggi adalah buahnya yang tersusun dalam sebuah tandan, biasa disebut dengan Tandan Buah Segar (TBS)[1]. Buah sawit di bagian sabut (daging buah atau *mesocarp*) menghasilkan minyak sawit kasar atau *Crude Palm Oil* (CPO) sebanyak 20-24%[2]. Sementara itu, bagian inti sawit menghasilkan minyak inti sawit atau *Palm Kernel Oil* (PKO) sekitar 3-4%. Kelapa sawit merupakan salah satu sumber bahan baku pembuatan minyak nabati (vegetable oil) yang diperoleh dari daging buah dan inti sawit, dimana prosesnya dilakukan di pabrik pengolahan kelapa sawit. Sebelum diolah menjadi minyak nabati, buah kelapa sawit terlebih dahulu diolah menjadi minyak kelapa sawit kasar yang dikenal dengan CPO [3].

Agar produksi minyak kelapa sawit mempunyai kualitas dan kuantitas yang baik maka perlu diadakan pengawasan terhadap bahan baku TBS kelapa sawit sampai proses pengolahannya. Proses pengolahan TBS untuk menghasilkan minyak kelapa sawit yaitu proses perebusan/sterilisasi, proses penebahan, proses pelumatan, proses pengepresan, dan proses pemurnian/klarifikasi [4]. Pabrik kelapa sawit PT XYZ merupakan pabrik yang memproduksi minyak kelapa sawit/CPO (*Crude Palm Oil*) yang diperoleh dari daging buah kelapa sawit dan inti kelapa sawit (kernel) yang diperoleh dari biji kelapa sawit. Pengolahan kelapa sawit merupakan salah satu faktor yang menentukan keberhasilan usaha perkebunan kelapa sawit. Hasil utama yang dapat diperoleh berupa minyak sawit, inti sawit, sabut, cangkang dan tandan kosong. Untuk mengolah TBS menjadi CPO (*Crude Palm Oil*), PT. XYZ mempunyai tahapan pengolahan sebagai berikut, yaitu stasiun penerimaan buah, stasiun rebusan (sterilizer), stasiun penebah (*thresher*), stasiun pencacahan dan kempa (*digester and pressing station*), stasiun pemurnian minyak (*clarification station*), stasiun biji[5]. Dalam proses pengolahan minyak kelapa sawit pada stasiun pemurnian (*clarification*) memiliki peranan yang penting untuk menghasilkan minyak kelapa sawit mentah dengan kualitas yang terbaik. Pemurnian dilakukan pada stasiun pemurnian minyak, dimana minyak kasar hasil pengempaan terpisah menjadi minyak dan *sludge* karena proses pengendapan. Minyak dari tangki pengendap selanjutnya dikirim ke tangki minyak, sedangkan *sludge* dikirim ke *sludge tank*. *Sludge* merupakan fasa campuran yang masih terkandung didalamnya. *Sludge* kemudian akan diolah pada sebuah alat pemisah *sludge* yang bekerja berdasarkan prinsip sentrifugasi.

Steam merupakan uap panas yang diperoleh dari air yang telah mengalami proses pemanasan sampai temperatur didih dan dibawah tekanan tertentu. Steam dikelompokkan menjadi 3 macam yaitu *steam* basah, *saturated steam*, dan *superheated steam*. Bahan baku yang digunakan untuk menghasilkan uap adalah air bersih. Kebanyakan pemakaian steam ini digunakan untuk pemanasan, pemekatan, pemisahan komponen berdasarkan titik didihnya dan lain-lain. Pada *sludge separator*, proses pemisahan minyak dari *sludge* dengan penambahan air panas sebagai pengencer yang digunakan dalam proses pemisahan minyak dari *sludge*. Steam digunakan untuk memanaskan air agar mencapai temperatur 90-95 °C, sehingga diharapkan air memperoleh densitas 0,96258 gr/cm³ dan viskositas 0,3027 cP. Temperatur air panas dipertahankan 90-95 °C agar membantu proses pengenceran minyak dari *sludge*. Apabila temperatur air panas tersebut tidak tercapai, maka densitas dan viskositas yang diharapkan tidak akan tercapai. Hal ini akan berdampak pada proses pemisahan minyak dari *sludge* pada *sludge separator*. Proses pemisahan minyak dari *sludge* pada *sludge separator* tidak terjadi secara sempurna. Untuk menghitung steam yang dibutuhkan untuk memanaskan air, dapat dihitung dengan neraca energi [6].

TINJAUAN PUSTAKA

1. Steam

Steam atau air yang berbentuk gas, merupakan fluida yang diperoleh dari air yang telah mengalami proses pemanasan sampai temperatur didih dan dibawah tekanan tertentu. Selama proses pemanasan, struktur molekul dari air akan terpisah jauh satu dengan yang lainnya yang menyebabkan ikatan antara molekul air akan mengalami peregangan. Hal ini tentunya akan menyebabkan perbedaan massa jenis antara steam dengan air (dalam fasa cair) karena struktur molekul dari masing-masing fluida (air dan steam) sudah berbeda, sekalipun steam diperoleh dari proses pemanasan air pada suhu didih dan tekanan tertentu. Steam digunakan sebagai media pemanas yang sangat penting karena memiliki kandungan panas yang sangat besar (panas kondensasi), dan merupakan bahan pemanas yang paling banyak digunakan dalam dunia industri kimia [7].

Pada dasarnya steam dan uap air hampir sama, hanya saja perbedaannya terdapat pada kandungan energi (panas), tekanan dan kandungan airnya. Secara umum bisa dikatakan bahwa steam merupakan bagian dari uap air, tetapi tidak semua uap air bisa dikategorikan sebagai steam. Steam dikelompokkan menjadi 3 macam yaitu steam basah, *saturated steam*, dan *superheated steam*. Steam basah terdiri atas 20% air dan 80% steam dengan kandungan energi sebesar 956 BTU/LB, sedangkan *saturated* dan *superheated steam* merupakan murni uap air dengan kandungan energi berturut-turut 1150 BTU/LB dan 1384 BTU/LB [1].

Tekanan dan temperatur didalam steam harus diketahui agar keadaan steam dapat diidentifikasi dengan baik. Untuk mengolah 1 kg air pada temperatur 0°C menjadi steam diperlukan panas berikut:

Panas *sensible* cairan, diperlukan untuk memanaskan air dari temperatur 0°C ke temperatur didih.

Panas penguapan, panas yang diperlukan untuk menguapkan air pada temperatur didih tanpa terjadi kenaikan temperatur. Panas *steam* lanjut, panas yang diperlukan untuk pemanasan *saturated steam* sehingga terjadi *saturated steam* [2].

2. Jenis-jenis Steam

a. Uap Basah

Karena pada drum pada ketel uap harus selalu terisi air, maka uap yang dihasilkan tidak berupa uap kering, tetapi merupakan uap jenuh atau basah. Air akan tercampur dalam uap pada keadaan perbandingan tertentu, sehingga terbentuk suatu campuran air dan uap yang disebut uap basah. Bagian atau fraksi uap kering disebut uap kering atau kualitas uap.

b. Uap Kering

Kualitas uap, X_1 didefinisikan sebagai perbandingan antara fraksi massa uap kering M dengan massa total uap basah, yaitu :

$$X_1 = \frac{M}{M+m} \quad (1)$$

c. Uap Jenuh

Uap jenuh (*saturated steam*) adalah uap basah yang dipanaskan sehingga mencapai keadaan jenuh. Bila kalor panas yang ditambahkan pada uap panas akan mengakibatkan air mengalami penguapan. Uap semakin bersifat kering bila terus menerus dipanaskan sehingga mencapai keadaan jenuh (*saturated steam*). Selama penguapan ini berlangsung, temperatur uap akan tetap (konstan) untuk setiap peningkatan daripada tekanan uap jenuh mempunyai massa jenis yang cenderung meningkat.

d. Uap Panas Lanjut (*Superheated Steam*)

Uap panas lanjut (*superheated steam*) adalah uap panas yang dilanjutkan secara terus menerus dengan cara mengalirkan melalui pipa-pipa dipanasi oleh aliran gas sampai keadaan jenuh kering (*superheated*), selama penguapan sampai keadaan jenuh kering suhu tetap konstan. Perbedaan suhu antara uap panas jenuh dan uap jenuh tersebut adalah derajat panas. Kalor spesifikasi dari uap panas lanjut berubah sesuai dengan perubahan tekanan dan pemanas lanjut [2].

3. Sludge Separator

Sludge separator merupakan alat *centrifuge* yang berfungsi memisahkan *sludge* dengan minyak. Pada *sludge separator* digunakan gaya sentrifugal dimana *sludge* dan *oil* berdasarkan berat jenis. Minyak yang berasal dari pemisahan ini akan diendapan pada CST sedangkan *sludged* ialirkan ke bak fat pit sehingga kadar minyak di *sludge* akhir maksimal 0,7%.

Prinsip kerja dari alat *sludge separator* adalah cairan *sludge* yang dari CST dialirkan ke dalam bowl separator dan dipusingkan. Akibat gaya sentrifugal, minyak yang berat jenisnya lebih kecil bergerak menuju poros dan terdorong keluar melalui sudu-sudu (*disc*) ke ruang pertama tangki pisah (*settling tank*). Air dan *non oil solid* (NOS) yang memiliki berat jenis lebih berat dari minyak terdorong ke bagian bowl dicuci secara manual atau otomatis. *Sludge separator* dipilih sebagai alat pemisah berdasarkan beberapa pertimbangan diantaranya proses yang berlangsung terus-menerus sehingga tidak ada waktu tinggal dalam alat pemisah dan untuk pemisahan produk cairan dari padatan berkategori baik. Kapasitas *sludge separator* ditentukan oleh ukuran *nozzle* yang digunakan. Ukuran *nozzle* yang dipakai diusahakan sekecil mungkin untuk meminimumkan kehilangan minyak pada drab buangan separator. Pengoperasian *sludge separator* yaitu dengan membuka kran air penuh dengan mengatur kran umpan *sludge*. Proses pemisahan dengan *sludge separator* ini ditentukan dengan adanya *balance water* dan minyak dipompakan keluar melalui *paring disc* minyak [3].

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pengoperasiannya, yaitu:

- Suhu *sludge* yang masuk dipertahankan tetap pada 90-95°C
- Penambahan air untuk pemisahan harus menggunakan air panas 90-95°C
- Penggunaan air untuk *bleaching* harus dengan air panas
- Pembebanan hanya dapat dilakukan setelah mesin berputar normal
- Pembersihan dan pemeriksaan menyeluruh dilakukan secara periodik
- Hindari mengoperasikan mesin pada saat mesin terbuka atau membuka mesin saat mesin masih beroperasi (Fauzi. Y, 2014)

Sludge yang masuk ke dalam alat sentrifus terdiri dari bahan mudah menguap 80-85%, bahan padatan bukan minyak (NOS) 8-12%, dan minyak 5-10%. Tujuan dari proses ini ialah memisahkan minyak dari air dan kotoran, dengan kata lain memisahkan minyak dari fraksi yang berat jenisnya lebih besar atau sama dengan 1. Air dan kotoran yang dipisahkan disebut dengan air drab dengan kadar minyak/zat kering 7-10%. Fraksi ringan dikembalikan ke oil settling tank. Suhu minyak di dalam *sludge separator* dipertahankan di atas 90°C, yang dapat dibantu dengan pemberian uap panas.

Komposisi *sludge* yang keluar dari tangki *sludge* dipengaruhi oleh:

- Jumlah air pengencer yang digunakan.
- Perlakuan sebelumnya. Hal ini menyangkut efisiensi alat yang digunakan.
- Pemakaian ayakan getar yang berfungsi untuk memisahkan lumpur dan pasir yang terdapat dalam cairan sehingga kemampuan *sludge separator* untuk memisahkan minyak semakin tinggi.

Minyak yang dikutip dari tangki pengendapan masih mengandung sekitar 0,5% air dan sejumlah kotoran. Ini dipisahkan dengan sentrifus berputaran tinggi, biasanya kadar air akan turun menjadi 0,25% dan kadar kotoran menjadi sekitar 0,01% [5].

3. Neraca Energi

Neraca energi adalah cabang keilmuan yang mempelajari kesetimbangan energi dalam suatu sistem. Neraca energi dibuat berdasarkan pada hukum pertama termodinamika. Hukum pertama ini menyatakan kekekalan energi, yaitu energi tidak dapat dimusnahkan atau dibuat, hanya dapat diubah bentuknya [2]. Ada dua macam proses dalam perhitungan neraca energi :

- Proses alir yaitu bahan masuk dan keluar sistem secara kontinu
- Proses *batch* yaitu bahan masuk dan keluar pada waktu tertentu.

Neraca energi merupakan persamaan matematis yang menyatakan hubungan antara energi masuk dan energi keluar suatu sistem yang berdasarkan pada satuan waktu operasi.

Perumusan dari neraca energi suatu sistem mirip dengan perumusan neraca massa. Namun terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu suatu sistem dapat berupa sistem – sistem tertutup namun

tidak terisolasi (tidak dapat terjadi perpindahan massa namun dapat terjadi perpindahan panas) dan hanya terdapat satu neraca energi dalam suatu sistem (tidak seperti neraca massa yang memungkinkan adanya beberapa neraca komponen). Suatu neraca energi memiliki persamaan seperti dibawah ini :

$$\text{Energi Masuk} = \text{Energi Keluar} + \text{Energi Akumulasi} \quad (2)$$

Tidak seperti neraca massa yang memiliki variabel produksi, neraca energi tidak memiliki variabel produksi. Hal ini disebabkan energi tidak dapat diproduksi, hanya dapat diubah bentuknya. Hal ini sesuai dengan hukum kekekalan energi yang menyatakan bahwa :

$$\text{Kalor Masuk} + \text{Kalor Produksi} = \text{Kalor Keluar} + \text{Kalor Akumulasi} \quad (3)$$

METODOLOGI

1. Pengumpulan data

a. Materi

1) Bahan olahan yang digunakan

a) *Sludge*

b) *Steam*

2) Peralatan proses yang digunakan

a) *Sludge Separator*

Adapun spesifikasi alat *Sludge Separator* yang digunakan adalah: Nama Alat : *Sludge Separator*

Merk/Type : SMSS/sejenis-410

Putaran : 1470 rpm Kapasitas : 7000 liter/Jam



Gambar 1. *Sludge Separator*

b. Study Literatur

Study Literatur ini merupakan studi kepustakaan meliputi pengambilan teori-teori serta rumus-rumus dari berbagai sumber bacaan seperti buku, jurnal ilmiah, karya akhir mahasiswa, dan sumber-sumber dari internet yang berkaitan dengan karya akhir ini.

1. Survey Lapangan

Dalam melakukan survey lapangan langsung, penulismelakukan metoda sebagai berikut :

- Mempelajari proses pengolahan tandan buah segar (TBS) menjadi minyak mentah (CPO) dan inti kelapa sawit yang dilakukan di PKS PT. XYZ.
- Melakukan pengamatan terhadap objek permasalahan yaitu pada proses pemisahan minyak dari *sludge* pada *sludge separator*.
- Mengambil data yang sesuai dengan pokok permasalahan atau yang menyangkut karya akhir, seperti :
 - 1) Temperatur bahan masuk (°C)
 - 2) Temperatur bahan keluar (°C)
 - 3) Temperatur *steam* masuk (°C)
 - 4) Temperatur *steam* keluar(°C)
 - 5) Tekanan *Steam* (Bar)
 - 6) Kapasitas bahan olahan pabrik (Ton TBS/Jam)
 - 7) Komposisi kandungan bahan olahan (%)
- Mengolah data yang diperoleh.

- e. Menyajikan data yang diperoleh sesuai dengan permasalahan pokok.

HASIL DAN PEMBAHASAN

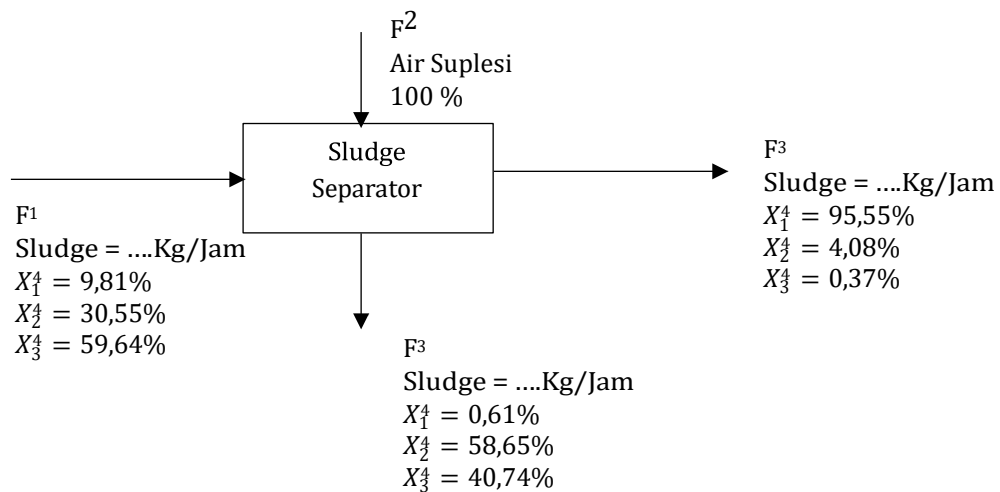
1. Analisa Data

a) Perhitungan Neraca Massa pada Sludge Separator

Perhitungan neraca massa untuk mengetahui jumlah air yang digunakan untuk proses pemisahan minyak dari *sludge* pada *sludge separator*

Tabel 1. Data Kadar Komponen Pada *Sludge Separator*

No.	Aliran	Kadar Minyak (%)	Kadar Air (%)	Kadar <i>Sludge</i> (%)
1.	F ¹	9,81	30,55	59,64
2.	F ²	-	100	-
3.	F ³	0,61	58,65	40,74
4.	F ⁴	95,55	4,08	0,37



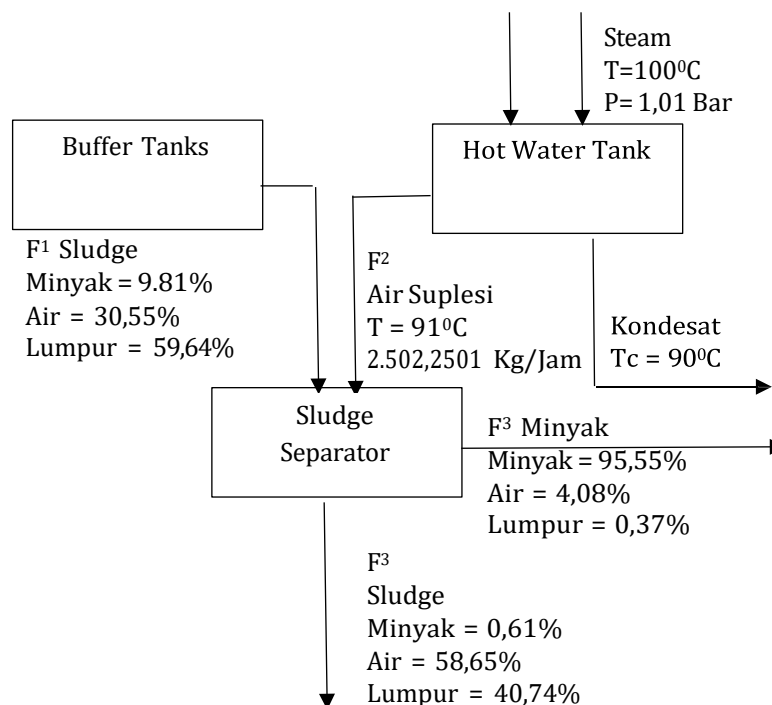
Keterangan :

- F¹= Laju Aliran Massa 1
 F² = Laju Aliran Massa 2
 F³ = Laju Aliran Massa 3
 F⁴ = Laju Aliran Massa 4
 X₁¹ = Fraksi Minyak pada Aliran 1
 X₂¹ = Fraksi Air pada Aliran 1
 X₃¹ = Fraksi lumpur pada Aliran 1
 X₁³ = Fraksi Minyak pada Aliran 3
 X₂³ = Fraksi Air pada Aliran 3
 X₃³ = Fraksi lumpur pada Aliran 3
 X₁⁴ = Fraksi Minyak pada Aliran 4
 X₂⁴ = Fraksi Air pada Aliran 4
 X₃⁴ = Fraksi lumpur pada Aliran 4

Tabel 2. Neraca massa pada *sludge separator*

Komposisi	Masuk (Kg/Jam)		Keluar (Kg/Jam)	
	Alur F ¹	Alur F ²	Alur F ³	Alur F ⁴
Minyak	441,2292652		40,13940544	401,0898528
Air	1.374,062594	2.502,2501	3.859,30513	17,12659968
Lumpur	2.682,45804		2.680,785865	1,55314752
Jumlah	4.497,7499	2.502,2501	6.580,2304	419,7696
Total	7.000		7.000	

- b) Menghitung jumlah steam yang dibutuhkan untuk memanaskan air yang akan disuplai ke *sludge separator*



2. Pembahasan

Steam merupakan uap panas yang diperoleh dari air yang telah mengalami proses pemanasan sampai temperatur didih dan dibawah tekanan tertentu. *Sludge separator* adalah alat yang digunakan untuk memisahkan minyak dalam minyak secara sentrifugal. Untuk mempermudah proses pemisahan minyak dalam *sludge*, maka ditambahkan air panas dengan suhu sekitar 90-95°C yang berfungsi sebagai pengencer. *Steam* digunakan untuk memanaskan air agar mencapai suhu 90-95°C. Pada *hot water tank*, terjadi proses pemanasan air dengan menggunakan *steam*. *Steam* yang disuplai memiliki suhu 100°C dan tekanan 1,01 bar. Dengan begitu diharapkan dalam *hot water tank* air akan memiliki suhu 90-95°C. Lalu air panas akan disuplai ke *sludge separator*. *Sludge separator* berguna memisahkan minyak dari *sludge* yang masih mengandung minyak > 7,0 %, dan diharapkan *sludge* yang keluar dari *sludge separator* mengandung minyak < 0,5 %. Dan dari perhitungan neraca massa, jumlah air yang digunakan untuk proses pemisahan minyak dalam *sludge* yang diperoleh adalah 2.502,2501 kg/jam. Dari perhitungan yang telah dilakukan dapat diperoleh jumlah *steam* yang dibutuhkan ialah 286,4361283 Kg/Jam.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari analisa data dan pembahasan yang telah diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Jumlah air yang digunakan untuk proses pemisahan minyak dalam *sludge* pada *sludge separator* adalah 2.502,2501 Kg/Jam.
2. Jumlah *steam* yang dibutuhkan untuk proses pemisahan minyak dalam *sludge* pada *sludge separator* ialah 286,4361283 Kg/Jam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. M. Ratlalan, Z. Sudirman, And H. Darmadi, "Pengaruh Kekuatan Impak Material Baja St37 Terhadap Kuat Arus Pengelasan Smaw 80 Dan 85 Ampere," *Jurnal Mekanova : Mekanikal, Inovasi Dan Teknologi*, Vol. 9, No. 1, Pp. 1–5, 2023.
- [2] A. Mahfud, "Rancang Bangun Sensor Pelampung Untuk Mendeteksi Ketebalan Lapisan Fluida Di Continuous Settling Tank Dengan Memanfaatkan Sensor Magnet (Reed Switch)," 2017.
- [3] L. Parinduri, "Perbaikan Alat Pengutip Minyak Dalam Sludge Dan Condensat," Online, 2018.
- [4] Rafael, "Pengendalian Proses Kehilangan Minyak Pada Air Kondensat Dan Sludge Separator Dengan Metode Statistical Process Control (Spc) Dan Control Chart Individual-Moving Range (I-Mr) Di Pabrik Kelapa Sawit," 2022.
- [5] D. Paranita, D. S. Christine Purba, And M. Raja Rangkuti, "Perhitungan Neraca Massa Pada Proses Pengambilan Minyak Pada Unit Decanter," *Ready Star - 2*, Pp. 16–24, 2019.
- [6] A. A. Sitinjak, Mustakim, And F. Reza, "Analisis Hubungan Kecepatan Putaran Agitator Terhadap Kadar Minyak Hasil Prototype Rangkaian Alat Continuous Settling Tank," *Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Rekayasa*, Vol. 27, No. 2, Pp. 135–143, 2022, Doi: 10.35760/Tr.2022.V27i2.5889.
- [7] D. Frananta Simatupang, D. Paranita, H. Saputra, And M. Simbolon, "Perhitungan Neraca Massa Pada Reception Oil Tank Di Stasiun Klarifikasi Pks Xyz Sumatera Utara," 2023.