

PERHITUNGAN NERACA MASSA PADA STASIUN PEMURNIAN DENGAN KAPASITAS GILING 7000 TCD PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XI PG JATIROTO LUMAJANG

Alvia Nurfaustina Brian Titasari¹, Eliza Firdausi¹, Safira Khairina¹, Yanty
Maryanty¹, Arwan Agustulus Widodo²

¹Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia

²Jalan Ranupakis Nomor 1, Nyeroan, Kaliboto Lor, Kec. Jatiroto, Lumajang, Jawa Timur
alvia.nurfaustina@gmail.com ; [yanty.maryanty@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Proses pemurnian dalam pembuatan gula memegang peranan penting yaitu sebagai salah satu proses tercapainya produk gula kristal putih yang memiliki kualitas tinggi. Oleh karena itu, perlu diperhatikan secara benar dalam setiap proses yang terdapat di stasiun pemurnian. Untuk mencapai hal tersebut, maka diperlukan perhitungan massa bahan yang tepat dalam setiap tahapannya. Penelitian kali ini bertujuan untuk menghitung neraca massa pada proses pemurnian di Pabrik Gula Jatiroto Lumajang dengan harapan gula kristal putih yang dihasilkan memiliki kualitas yang tinggi dengan cara penambahan susu kapur dan gas belerang (SO₂) yang tepat. Penambahan susu kapur digunakan untuk menjernihkan dan memurnikan nira sedangkan penambahan gas belerang (SO₂) bertujuan untuk menurunkan pH nira mentah yang telah ditambahkan susu kapur menjadi ± 7,2 -7,4; kedua bahan pembantu tersebut ditambahkan untuk menghasilkan gula produksi yang sesuai dengan SNI. Perhitungan neraca massa menggunakan prinsip pada buku *Basic Principles and Calculation in Chemical Engineering* dan diperoleh hasil neraca massa masuk dan keluar sebesar 373,631 ton/jam, neraca massa brix dan pol yang masuk sama dengan neraca massa yang keluar yaitu sebesar 68,310 ton brix/jam dan 49,515 ton pol/jam, dan asam fosfat yang dibutuhkan sebesar 0,005 ton/jam, susu kapur sebesar 5,977 ton/jam, gas belerang sebesar 0,125 ton/jam, serta flokulan sebesar 0,023 ton/jam.

Kata kunci: gula kristal, neraca massa, pemurnian

ABSTRACT

*The refining process in the manufacture of sugar plays an important role, namely as one of the processes to achieve high-quality white crystal sugar products. Therefore, it is necessary to pay close attention to each process contained in the purification station. To achieve this, it is necessary to calculate the exact mass of the material at each stage. This study aims to calculate the mass balance in the purification process at the Jatiroto Lumajang Sugar Factory in the hope that the white crystal sugar produced has high quality by adding lime milk and sulfur gas (SO₂) appropriately. The addition of lime milk is used to purify and purify the juice, while the addition of sulfur gas (SO₂) aims to reduce the pH of the raw juice that has been added with lime milk to ± 7.2 -7.4, the two auxiliary materials are added to produce sugar production under SNI. . The mass balance calculation uses the principles in the book *Basic Principles and Calculation in Chemical Engineering* and the results of the incoming and outgoing mass balance are 373.631 tons/hour, the incoming and outgoing Brix and pol mass balances are the same as the outgoing mass balances of 68.310 tons Brix/hour and 49.515 tons pol/hour, and phosphoric acid needed is 0.005 tons/hour, lime milk is 5.977 tons/hour, sulfur gas is 0.125 tons/hour, and flocculant is 0.023 tons/hour.*

Keywords: crystal sugar, mass balance, purification



1. PENDAHULUAN

Proses pemurnian dalam pembuatan gula memegang peranan penting yaitu sebagai salah satu proses tercapainya produk gula yang memiliki kualitas tinggi. Proses pemurnian itu sendiri merupakan proses untuk menghilangkan zat organik dan anorganik berupa kotoran dengan menjaga sukrosa maupun gula reduksinya yang terkandung dalam gula tidak mengalami kerusakan sehingga diperoleh nira gula dengan kadar sukrosa yang maksimum dan jernih [1]. Proses pemurnian nira dapat dilakukan dengan proses defekasi, sulfitasi, dan karbonatasi. Proses defekasi dilakukan dengan cara mencampur nira dan susu kapur $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$, sedangkan untuk proses sulfitasi dilakukan dengan melanjutkan proses defekasi yang ditambahkan gas SO_2 , dan proses karbonatasi dilakukan dengan menambahkan susu kapur dan gas CO_2 sebagai bahan pembantu. Susu kapur yang ditambahkan pada proses karbonatasi lebih banyak daripada proses sulfitasi. Setelah proses pemurnian dilakukan maka dilanjutkan dengan proses penggumpalan dan pengendapan bahan bukan gula serta penyaringan untuk memperoleh nira jernih [2]. Dari ketiga proses pemurnian, Pabrik Gula Jatiroto menggunakan proses pemurnian dengan cara sulfitasi dengan kapasitas 7000 ton/hari dikarenakan ke-ekonomisan dalam proses produksi.

Pada proses pemurnian di PG Jatiroto menggunakan metode sulfitasi yang pada prosesnya terjadi penambahan susu kapur dan gas belerang (SO_2). Penambahan susu kapur dimaksudkan untuk menjernihkan dan memurnikan nira. Susu kapur ini, nantinya akan bereaksi dengan asam fosfat membentuk $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ yang akan membantu proses pembentukan endapan. Reaksi yang terjadi pada proses ini terjadi pada alat defekator 3 yaitu: $3\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{H}_2\text{O}$. Sedangkan untuk penambahan gas belerang (SO_2) atau asam sulfit (H_2SO_3) membentuk endapan CaSO_3 yang dimaksudkan untuk menurunkan pH nira mentah yang telah ditambahkan susu kapur menjadi $\pm 7,2 - 7,4$, kedua bahan pembantu tersebut ditambahkan untuk menghasilkan gula produksi yang sesuai dengan SNI. Asam sulfit yang ditambahkan akan terionisasi, selanjutnya pengendapan kelebihan kapur menjadi CaSO_3 dengan reaksi: $\text{Ca}^{+2} + \text{SO}_3^{-2} \rightarrow \text{CaSO}_3$. Waktu yang diperlukan untuk mencampurkan nira mentah dengan susu kapur dalam sebuah defekator yaitu kurang dari 1 menit. Apabila lebih dari 1 menit maka pH akan terus naik dan mengakibatkan gula tereduksi sehingga terbentuk zat warna yang mengakibatkan gula berwarna merah [3]. Penambahan massa bahan yang sesuai tiap proses diperlukan untuk mencapai reaksi dan hasil gula yang sempurna.

Menurut penelitian terdahulu, rangkaian proses produksi yang berpengaruh besar terhadap kualitas produk gula kristal putih yang dihasilkan adalah proses pemurnian nira [2]. Menurut Muqiah (2013) proses pemurnian dilakukan dengan cara memerah tebu sehingga diperoleh nira mentah (*raw juice*) yang selanjutnya nira mentah tersebut dimurnikan. Nira mentah mengandung zat bukan gula yang harus diendapkan menggunakan gas belerang dioksida (SO_2), sehingga terbentuk endapan CaSO_3 yang dapat mengabsorpsi partikel koloid yang berada pada nira mentah, sehingga akan semakin banyak endapan yang terbentuk yang mengandung kotoran. Gas SO_2 juga mempunyai sifat dapat memucat warna, sehingga diharapkan dapat dihasilkan kristal dengan warna yang lebih terang, khususnya pada saat proses penguapan nira kental [4]. Proses produksi dapat dicapai dengan baik apabila perhitungan neraca massa sudah tepat. Oleh karena itu neraca massa sangat dibutuhkan dalam proses kimia diantaranya digunakan untuk perhitungan kebutuhan bahan baku,

merancang peralatan, merancang peralatan unit operasi, dan menghitung efisiensi ataupun konversi suatu reaksi kimia [5].

Untuk mencapai penambahan massa bahan yang sesuai tiap prosesnya, peneliti akan melakukan perhitungan massa bahan yang digunakan dengan cara perhitungan neraca massa (*mass balance*). Neraca massa itu sendiri digunakan untuk mengetahui jumlah bahan yang masuk dan keluar sesuai dengan hukum kekekalan massa yang menyebutkan bahwa jumlah aliran masuk sama dengan jumlah aliran keluar [6]. Perhitungan neraca massa pada penelitian ini bertujuan untuk mencapai reaksi yang sempurna dan menghasilkan produk gula yang memiliki kualitas tinggi. Selain dapat mengetahui dan memahami proses dan reaksi yang terjadi, dapat diketahui kebutuhan massa setiap komponen yang terdapat pada aliran masuk dan keluar, sehingga proses pemurnian dapat berjalan dengan sempurna.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Untuk perhitungan neraca masa stasiun pemurnian pada pabrik gula Jatiroto menggunakan acuan pada buku *Basic Principles and Calculation in Chemical Engineering* [7].

2.1. Neraca Massa Input

Berikut persamaan dalam menghitung neraca massa *input*:

2.1.1 Massa Nira Mentah

$$\frac{\text{Tebu digiling}}{\text{jam}} = \text{kapasitas giling} \left(\frac{\text{ton}}{\text{hari}} \right) \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} \quad (1)$$

$$\text{Nira mentah netto} = \text{tebu digiling} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) \times \text{nira mentah \% tebu} \quad (2)$$

2.1.2 Massa Susu Kapur

$$\text{Kebutuhan kapur} = \text{tebu} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) \times \frac{\text{massa CaO (kg)}}{100 \text{ ton tebu}} \times \frac{0,001 \text{ ton}}{1 \text{ kg}} \quad (3)$$

$$\text{Massa Susu kapur} = \frac{\text{kebutuhan kapur} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) \times \text{B.J kapur} \left(\frac{\text{gram}}{\text{cm}^3} \right) \times \frac{1 \text{ cm}^3}{0,001 \text{ liter}}}{\frac{\text{Massa CaO (gram)}}{1 \text{ liter susu kapur}}} \quad (4)$$

2.1.3 Massa Belerang

$$\text{Kebutuhan massa belerang} = \text{tebu} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) \times \frac{\text{massa belerang (kg)}}{100 \text{ ton tebu}} \times \frac{0,001 \text{ ton}}{1 \text{ kg}} \quad (5)$$

2.1.4 Massa Flokulan

$$\text{Massa flokulan} = \frac{\text{konsentrasi flokulan (ppm)}}{1.000.000} \times \text{tebu} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) \times \left(\frac{1 \text{ Kg}}{0,001 \text{ ton}} \right) \quad (6)$$

$$\text{Larutan flokulan} = \frac{\text{kebutuhan massa flokulan} \left(\frac{\text{kg}}{\text{jam}} \right)}{\text{kadar larutan flokulan (\%)}} \times \frac{1 \text{ ton}}{1000 \text{ kg}} \quad (7)$$

2.1.5 Massa Asam Fosfat

$$\text{Kebutuhan asam fosfat liquid} = \text{tebu} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) \times \frac{\text{massa asam fosfat (kg)}}{100 \text{ ton tebu}} \times \frac{0,001 \text{ ton}}{1 \text{ kg}} \quad (8)$$

$$\text{Larutan asam fosfat} = \text{asam fosfat liquid} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) \times \frac{(6 \times \text{asam fosfat liquid} \left(\frac{\text{kg}}{\text{jam}} \right))}{\text{asam fosfat liquid} \left(\frac{\text{kg}}{\text{jam}} \right)} \quad (9)$$

2.1.6 Massa Ampas Halus (*Bagacillo*)

$$\text{Massa ampas halus} = \text{tebu} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) \times \frac{\text{massa ampas halus} (\%)}{100\% \text{ tebu}} \quad (10)$$

2.1.7 Massa Air Siraman RVF (*Rotary Vacuum Filter*)

$$\text{Massa air seduhan} = \text{tebu} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) \times \frac{\text{massa air seduhan} (\%)}{100\% \text{ tebu}} \quad (11)$$

2.1.8 Massa Kotoran dalam Nira Mentah

$$\text{Massa air seduhan} = \text{tebu} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) \times \frac{\text{massa kotoran nira mentah} (\%)}{100\% \text{ tebu}} \quad (12)$$

2.2. Neraca Massa Output

Berikut persamaan dalam menghitung neraca massa *output*:

2.2.1. Massa Nira Kotor

$$\text{Massa nira kotor} = \text{tebu} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) \times \frac{\text{kadar nira kotor} (\%)}{100\% \text{ tebu}} \quad (13)$$

2.2.2 Massa Nira Tapis

$$\text{Massa nira tapis} = \text{tebu} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) \times \frac{\text{kadar nira tapis} (\%)}{100\% \text{ tebu}} \quad (14)$$

2.2.3 Massa Nira Mentah Sulfitasi

$$\begin{aligned} \text{Massa nira mentah sulfitasi} = & \text{Nira mentah netto} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) + \text{Nira Tapis} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) + \\ & \text{Massa susu kapur} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) + \text{Massa belerang} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) \\ & + \text{larutan asam fosfat} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) \end{aligned} \quad (15)$$

2.2.4 Massa Nira Mentah Masuk *Single Tray*

$$\begin{aligned} \text{Massa nira mentah masuk } \textit{single tray} = & \text{massa nira mentah sulfitasi} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) + \\ & \text{Larutan flokulan} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) \end{aligned} \quad (16)$$

2.2.5 Massa Nira Jernih

$$\text{Massa nira jernih} = \text{massa nira mentah } \textit{single tray} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) - \text{Nira kotor} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) \quad (17)$$

2.2.6 Massa Blotong

$$\text{Massa blotong} = \text{tebu} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) \times \frac{\text{kadar blotong} (\%)}{100\% \text{ tebu}} \quad (18)$$

2.3 Pol dan Brix Input

Berikut persamaan dalam menghitung pol dan brix *input*:

2.3.1 Nira mentah

$$\text{Pol Nira Mentah} = \% \text{pol nira mentah} \times \text{nira mentah} \quad (19)$$

$$\text{Brix Nira Mentah} = \left(\frac{\text{Pol nira mentah} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right)}{\text{HK nira mentah} \%} \right) \times 100\% \quad (20)$$

$$\text{Pol Bagasillo} = \% \text{ pol ampas} \times \text{bagasillo} \% \text{tebu} \times \text{tebu giling} \quad (21)$$

2.4 Pol dan Brix Output

Berikut perhitungan pol dan brix *output* :

2.4.1 Blotong

$$\text{Massa blotong yang dihasilkan} = \left(\frac{\text{Kadar blotong \%}}{100 \% \text{ tebu}} \right) \times \text{tebu} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) \quad (22)$$

$$\text{Berat Air dalam Blotong} = \left(\frac{\text{Kadar air blotong \%}}{100 \% \text{ tebu}} \right) \times \text{Blotong} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) \quad (23)$$

$$\text{Brix Blotong} = \text{Blotong} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) - \text{Berat air dalam blotong} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) - \text{massa ampas halus} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) - \text{kebutuhan kapur} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) - \text{kebutuhan belerang} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) \quad (24)$$

$$\text{Pol Blotong} = \text{Blotong} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) \times \left(\frac{\text{Kadar pol blotong \%}}{100 \% \text{ tebu}} \right) \quad (25)$$

2.4.2 Nira Jernih

$$\text{Brix Nira Kotor} = \text{Massa nira kotor} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) \times \left(\frac{\text{Kadar brix nira kotor \%}}{100 \% \text{ tebu}} \right) \quad (26)$$

$$\text{Brix Nira Tapis} = \text{Brix nira kotor} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) - \text{Brix blotong} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) \quad (27)$$

$$\text{Brix Nira Sulfitasi} = \text{Brix nira mentah} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) + \text{Brix nira tapis} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) \quad (28)$$

$$\text{Brix Nira Jernih} = \text{Brix nira sulfitasi} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) - \text{Brix nira kotor} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) \quad (29)$$

$$\text{Pol Nira Tapis} = \text{Brix nira tapis} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) \times \left(\frac{\text{HK nira tapis \%}}{100 \% \text{ tebu}} \right) \quad (30)$$

$$\text{Pol Nira Kotor} = \text{Pol nira tapis} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) + \text{Pol blotong} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) \quad (31)$$

$$\text{Pol Nira Sulfitasi} = \text{Pol nira mentah} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) + \text{Pol nira tapis} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) \quad (32)$$

$$\text{Loosing teoritis} = \text{Pol } 0,5\text{-}1 \% \text{ terhadap pol nira mentah} \quad (33)$$

$$\begin{aligned} \text{Pol Nira Jernih keluar Single Tray} &= \text{Pol nira sulfitasi} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) - \text{pol nira kotor} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) \\ &\quad - \text{Loosing} \left(\frac{\text{ton}}{\text{jam}} \right) \end{aligned} \quad (34)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Hasil dari perhitungan neraca massa stasiun pemurnian dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2 yaitu sebagai berikut:

Tabel 1. Input Neraca Massa Stasiun Pemurnian

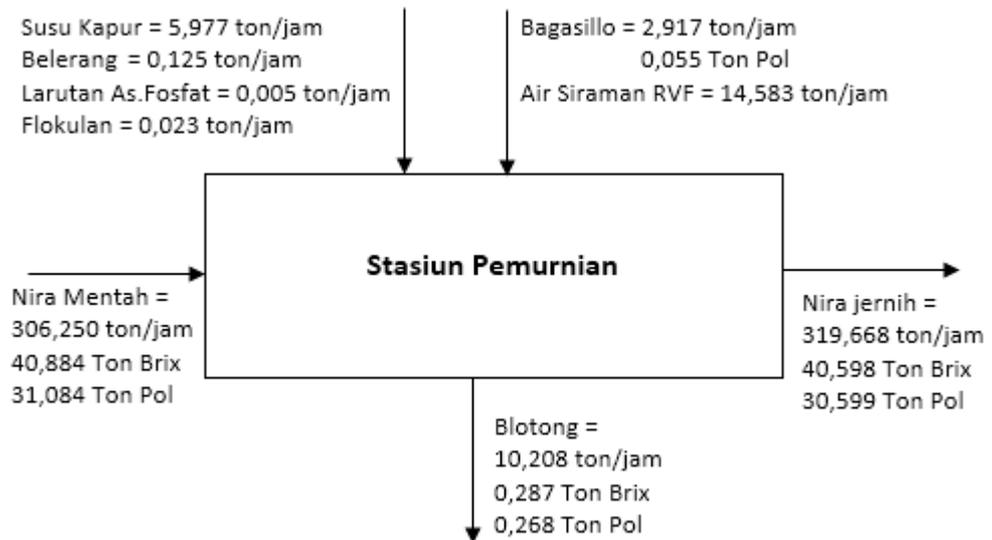
Bahan	Ton/jam	Ton brix	Ton pol
Nira mentah netto	306,25	40,884	31,084
Nira tapis	43,75	27,426	18,375
Susu kapur	5,977	-	-
Belerang	0,125	-	-
Larutan asam fosfat	0,005	-	-
Bagassillo	2,917	-	0,055
Flokulan	0,023	-	-
Air seduhan RVF	14,583	-	-
Total	373,631	68,310	49,515

Tabel 2. Output Neraca Massa Stasiun Pemurnian

Bahan	Ton/jam	Ton brix	Ton pol
Nira jernih	319,668	40,598	30,599
Blotong	10,208	0,287	0,268
Loosing	0,005	-	0,273
Total	373,631	68,310	49,515

3.2 Pembahasan

Perhitungan neraca massa pada setiap proses di sebuah pabrik sangat diperlukan, hal ini dikarenakan neraca massa itu sendiri memiliki fungsi untuk mengetahui jumlah bahan yang masuk dan keluar sesuai dengan hukum kekekalan massa yang menyatakan bahwa jumlah aliran masuk sama dengan jumlah aliran keluar, sehingga produk yang dihasilkan sesuai dengan standart ketentuan produk [5]. Neraca massa memiliki prinsip umum yaitu membuat sejumlah persamaan yang tidak memiliki keterkaitan satu sama lain dengan tujuan akhir persamaan tersebut memiliki jumlah komposisi massa sama dengan jumlah massa yang tidak diketahui [8]. Perhitungan neraca massa pada stasiun pemurnian dengan kapasitas giling 7000 ton tebu per hari terdiri dari aliran *input* dan *output*. Dalam perhitungan neraca massa ini tidak hanya menghitung massa yang masuk dan keluar secara fisik saja, namun juga menghitung massa kandungan yang terlarut dalam satuan ton brix dan ton pol. Brix adalah zat padat yang terlarut dalam larutan dengan satuan gram/ 100 gram larutan yang dihitung sebagai gula. Sedangkan, pol adalah jumlah sukrosa (dalam gram) yang terlarut dalam setiap 100 gram larutan [9].



Gambar 1. Diagram Neraca Massa (Ton/Jam, Brix, dan Pol)

Bahan yang terdapat pada aliran *input* dapat dilihat pada Gambar 1 yaitu berupa nira mentah, nira tapis, susu kapur, belerang, flokulan dan larutan asam fosfat akan keluar menjadi produk nira jernih, sedangkan untuk nira kotor akan dialirkan menuju *Mud Mixer* untuk dicampurkan dengan ampas halus atau disebut *bagacillo*. Nira jernih merupakan hasil dari keluaran *Single Tray Clarifier* yang sudah tidak mengandung kotoran yang kemudian didistribusikan ke peti nira jernih sebelum dialirkan ke stasiun penguapan. Sedangkan nira kotor merupakan hasil dari keluaran *Single Tray Clarifier* yang masih tercampur dengan kotoran, oleh karena itu nira kotor ditampung pada peti nira kotor kemudian dialirkan ke *mud mixer* untuk dicampur dengan ampas halus yang berasal dari *bagacillo* [10]. Penambahan ampas halus dikarenakan masih terdapat gula dalam kandungan ampas halus, sehingga ketika ampas halus bercampur dengan nira kotor zat-zat gula dalam ampas halus akan ikut terbawa ke dalam nira kotor dan dibawa ke *Rotary Vacuum Filter* untuk diperas dan dipisahkan antara nira tapis dan blotong. Blotong akan digunakan sebagai pupuk pada kebun tebu milik sendiri PG Jatiroto, sedangkan nira tapis akan dipompa atau di *recycle* ke peti nira tertimbang untuk diolah kembali.

Aliran umpan nira mentah berasal dari stasiun gilingan mempunyai massa sebesar 306,250 ton/ jam, untuk nira tapis yang terus bersirkulasi di stasiun pemurnian mempunyai massa sebesar 43,75 ton/ jam, untuk aliran susu kapur yang digunakan memiliki massa sebesar 5,977 ton/ jam, aliran belerang yang berasal dari *rotary sulfur burner* memiliki massa 0,125 ton/ jam, aliran larutan asam fosfat memiliki massa sebesar 0,005 ton/ jam, dan untuk aliran flokulan memiliki massa sebesar 0,023 ton/ jam. Total untuk neraca massa bagian *input* yaitu sebesar 373,631 ton/jam.

Sedangkan untuk aliran *output* dapat dilihat pada Gambar 1 terdiri dari aliran massa nira jernih, nira tapis, blotong, dan *loosing*. Untuk aliran massa nira jernih yaitu sebesar 319,668 ton/ jam, untuk nira tapis yang terus bersirkulasi di stasiun pemurnian mempunyai massa sebesar 43,75 ton/ jam, jumlah nira masuk dan keluar diasumsikan

sama dikarenakan nira tapis bersirkulasi secara kontinyu selama proses pemurnian. Sedangkan untuk massa blotong yang dihasilkan dari proses penyaringan adalah sebesar 10,208 ton/ jam, untuk aliran *loosing* yaitu kehilangan selama proses yang bisa terjadi karena kerusakan atau kebocoran alat adalah sebesar 0,005 ton/ jam. Total untuk neraca massa bagian *output* sebesar 373,631 ton/ jam. Dari hasil perhitungan neraca massa pada stasiun pemurnian dapat diketahui bahwa neraca massa yang didapatkan antara jumlah aliran masuk sama dengan total aliran keluar.

Perhitungan neraca massa brix dan pol dapat dilihat pada Gambar 2 yaitu pada bagian *input* memiliki total massa sebesar 40,884 ton brix/ jam yang sebanding dengan bagian *output* nya. Begitu juga dengan perhitungan neraca massa pol, massa pada bagian *input* sama dengan massa pada bagian *output* yaitu sebesar 31,084 ton pol/ jam. Semakin tinggi nilai kadar brix dan pol yang dihasilkan, maka kadar gula yang terlarut dalam nira akan semakin besar, sehingga kualitas gula kristal putih yang dihasilkan akan semakin baik [8].

Pada neraca massa bagian *output* terdapat *loosing* sebesar 0,005 ton/ jam. Untuk menghindari kehilangan bahan selama proses maka perlu adanya pengecekan alat secara rutin untuk meminimalisir kerusakan pada alat ataupun kebocoran pada alat sehingga dapat ditangani secara cepat dan tepat. Hal tersebut dapat meminimalkan besar *loosing* yang ada dalam neraca massa. Sehingga proses produksi dapat berjalan dengan efisiensi hampir mencapai 100%.

Dari hasil perhitungan semua neraca massa diketahui bahwa jumlah massa yang masuk sama dengan massa yang keluar. Hal ini dikarenakan proses yang digunakan PG Jatiroto adalah proses *continue*, maka hasil tersebut sudah sesuai dengan literatur yang menyatakan bahwa pada proses *continue* memiliki nilai output dan input sama sehingga akumulasi dianggap nol dimana variabel yang diamati berupa temperature atau konsentrasi yang tidak berubah dengan adanya perubahan waktu [11].

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa hasil perhitungan neraca massa yang sudah dihitung telah sesuai dengan hukum kekekalan massa yaitu massa zat sebelum dan sesudah reaksi memiliki nilai yang sama atau akumulasi sama dengan 0. Didapatkan neraca massa masuk sama dengan neraca massa keluar pada proses pemurnian di stasiun pemurnian dengan kapasitas giling 7000 ton tebu/hari yaitu sebesar 373,631 ton/ jam. Neraca massa brix dan pol yang masuk sama dengan neraca massa yang keluar yaitu sebesar 40,884 ton brix/ jam dan 31,084 ton pol/ jam. Dan asam fosfat yang dibutuhkan sebesar 0,005 ton/ jam, susu kapur sebesar 5,977 ton/ jam, gas belerang sebesar 0,125 ton/ jam, dan flokulan sebesar 0,023 ton/ jam.

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu dengan cara menjaga pH, suhu, dosis asam fosfat, dan dosis flokulan untuk memperoleh gula kristal dengan kualitas yang tinggi dengan cara perhitungan neraca massa yang teliti dan tepat.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PG jatiroto yang telah memberikan kesempatan untuk bisa melakukan PKL, mengambil data, dan menggunakan data pada stasiun pemurnian sebagai data publikasi jurnal distilat.

REFERENSI

- [1] I. W. Warsa, "Kajian Pengaruh Fouling Pada Pemurnian Nira Tebu," *Tek. Kim.*, vol. 1, no. 1, hal. 22–25, 2006.
- [2] E. S. Hartanto, "Product Quality Improvement of White Crystal Sugar through Defecation Remelt Carbonatation Technology," *J. Stand.*, vol. 16, no. 3, hal. 215–222, 2014.
- [3] F. A. Soejana, "Pengendalian Mutu Proses Produksi Gula Di PT. Perkebunan Nusantara X Pabrik Gula Gempolkrep, Mojokerto," *J. Teknotan*, vol. 14, no. 2, hal. 55, 2021.
- [4] D. S. Perwitasari, "Phospat Acid and Flocculan Added In Juice Sugar Crystal Process," *Tek. Kim.*, vol. 4, no. 1, hal. 318–325, 2010.
- [5] M. Alexander, "Neraca Masa Dan Neraca Energi Pengelolaan Sampah Terpadu – Penujah Kabupaten Tegal," *Teknobiz J. Ilm. Progr. Stud. Magister Tek. Mesin*, vol. 8, no. 3, hal. 129–138, 2018.
- [6] I. Maflahah, "Analisis Proses Pembuatan Pati Jagung (Maizena)," *Embryo*, vol. 7, no. 1, hal. 40–45, 2010.
- [7] D. M. Himmelblau and J. B. Riggs, "Basic principles and calculations in chemical engineering seventh edition," *Prentice Hall International Series in the Physical and Chemical Engineering Sciences*. 1996.
- [8] L. Antika and P. S. V. R. Ingesti, "Analisis Lama Waktu Pangkal Batang Tebu (Saccharum officinarum L.) Tertinggal Di Lahan Terhadap Nilai Rendemen" *Vigor J. Ilmu Pertan. Trop. Dan Subtrop.*, vol. 5, no. 1, hal. 19–23, 2020.
- [9] A. D. Kuspratomo, Burhan, and M. Fakhry, "Pengaruh varietas tebu, potongan dan penundaan giling terhadap kualitas nira tebu," *Agrointek*, vol. 6, no. 2, hal. 123–132, 2012.
- [10] E. Nursubiyantoro, "Perancangan Parameter Proses Pemurnian Nira Dengan Pendekatan Taguchi (Studi Kasus pada PG . Madukismo Yogyakarta)," *OPSI*, vol. 2, hal. 311–326, 2004.
- [11] L. Antika and P. S. V. R. Ingesti, "Transport processes and unit operations," *Vigor J. Ilmu Pertan. Trop. Dan Subtrop.*, vol. 20, no. 1, hal. 82, 1980.