

## **DESAIN DAN IMPLEMENTASI PERALATAN VACUUM STABILIZER MENGGUNAKAN PRINSIP BERNOULLI UNTUK MENINGKATKAN KINERJA ROTARRY DRUM VACUUM FILTER**

Ferry Setiawan<sup>1</sup>

Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan Yogyakarta

[ferry.setiawan@sttkd.ac.id](mailto:ferry.setiawan@sttkd.ac.id)

### **ABSTRACT**

*The purpose of this research is to create and implement a Vacuum Stabilizer equipment design to improve the performance of Rottary Drum Vacuum equipment in the sugar industry in the dirty juice filtration process which so far has not been optimal, this is indicated by the results of dirty juice filtration resulting in cake (blotong). which still has a fairly high sucrose content with a cake pol number > 2.5%, while the allowable standard is < 2.5%. From the identification results, it was found that the cause of the problem was the achievement of high vacuum and low vacuum work parameters which were still fluctuating and tended to be low with a very fluctuating high vacuum at 30 CmHg to 40 CmHg and Low Vacuum at 5 CmHg to 15 CmHg. The planned Vacuum Stabilizer equipment consists of a series of equipment such as reservoir tanks, venturi tanks and pipelines whose height is calculated by the bernoulli equation. The height of the Vacuum Stabilizer equipment, for high vacuum was achieved at a total height of 4.3 meters, while for low vacuum a total height of 3.9 meters, the Vacuum Stabilizer equipment succeeded in increasing the stability of achieving high vacuum at 45 CmHg – 55 CmHg and low vacuum at 20 CmHg. – 25 CmHg according to the standard set, with the impact of increasing performance so that the cake pol number matches the target set with cake pol number < 2.5%.*

**Keywords:** Bernoulli, Rotarry Drum Vacuum Filter; Sugar Industry, Vacuum Stabilizer

### **ABSTRAK**

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat dan mengimplementasikan desain peralatan Vacuum Stabilizer untuk meningkatkan meningkatkan kinerja peralatan Rottary Drum Vacuum pada industri gula dalam dalam proses filtrasi nira kotor yang selama ini masih belum optimal, hal ini ditandai dengan hasil filtrasi nira kotor menghasilkan cake (blotong) yang masih mempunyai kandungan sucrose cukup tinggi dengan angka pol cake  $\geq 2,5\%$ , sedangkan standart yang diijinkan adalah  $< 2,5\%$ . Dari hasil identifikasi didapatkan penyebab masalah adalah pencapaian parameter kerja *high vacuum* dan *low vacuum* yang masih fluktuatif dan cenderung rendah dengan *high vacuum* sangat fluktuatif pada angka 30 CmHg sampai dengan 40 CmHg dan *low vacuum* pada 5 CmHg sampai dengan 15 CmHg. Peralatan Vacuum Stabilizer yang direncanakan terdiri dari rangkaian peralatan seperti tanki reservoir, tanki venturi dan jalur perpipaan yang ketinggiannya dihitung dengan persamaan bernoulli. Ketinggian peralatan vacuum stabilizer, pada *high vacuum* dicapai pada ketinggian total 4,3 Meter, sedangkan pada *low vacuum* ketinggian total 3,9 Meter, peralatan Vacuum Stabilizer berhasil meningkatkan stabilitas pencapaian *high vacuum* pada 45 CmHg – 55 CmHg dan *low vacuum* pada 20 CmHg – 25 CmHg sesuai standart yang ditetapkan, dengan dampak peningkatan kinerja sehingga angka pol cake sesuai sasaran yang ditetapkan dengan angka pol cake  $< 2,5\%$ .

**Kata Kunci:** Bernoulli, Industri Gula, Rotarry Drum Vacuum Filter, Vacuum Stabilizer

## PENDAHULUAN

Program swasembada gula nasional yang direncanakan pemerintah perlu didukung dengan peningkatan kinerja di pabrik – pabrik gula nasional, untuk mencapai tujuan tersebut orientasi sasaran kinerja industri gula nasional harus menitik beratkan pada peningkatkan yield atau lebih sering dikenal di kalangan insan pergulaan dengan istilah rendemen. Di bidang pengolahan gula peningkatan rendemen didapat dengan menekan kehilangan *sukrose* dalam proses produksi yang dikorelasikan dengan angka BHR (*boiling house recovery*), salah satu upaya untuk meningkatkan BHR adalah dengan menekan kehilangan *sukrose* yang terikut dalam *cake* (blotong).

Peralatan proses yang mendukung penyelamatan sucrose yang terikut dalam *cake* (blotong) adalah instalasi peralatan *Rotarry Drum Vacum Filter*, di mana peralatan ini kinerjanya belum optimal, salah satu penyebabnya adalah pencapaian kinerja *high vacuum* dan *low vacuum* yang tidak stabil atau masih fluktuatif, hal tersebut mempengaruhi pencapaian % pol *cake* (blotong) di angka 3,26% pada tahun giling 2019.

Penyebab utama kurang optimalnya kinerja unit *Rotarry Drum Vacuum Filter* adalah pencapaian *high* dan *low vacuum* yang tidak stabil, dengan *high vacuum* fluktuatif pada angka 30 CmHg sampai dengan 40 CmHg dan *low vacuum* pada 5 CmHg sampai dengan 15 CmHg, sedangkan standart kinerja untuk peralatan *Rotarry Drum Vacuum filter* ini di tentukan dengan nilai *Low Vacuum* 20 CmHg - 25 CmHg dan *high vacuum* antara 45 CmHg – 55 CmHg (E. Hugot, 1986).

Akar permasalahan fluktuatifnya *high* dan *low vacuum* ini adalah adanya bocoran *vacuum* pada outlet jalur perpipaan setelah pompa filtrit dikarenakan kosongnya cairan nira filtrit. Dari permasalahan di atas maka direncanakan desain instalasi peralatan untuk Meningkat kinerja mesin proses *Rotarry Drum Vacuum Filter* dengan membuat Desain

peralatan menggunakan prinsip bernoulli system untuk menahan cairan Nira hasil filtrasi sehingga dapat membuat *vacuum* menjadi stabil.

Untuk merancang peralatan *Vacuum Stabilizer* penulis menggunakan prinsip kerja hukum bernoulli, sebuah teori yang menyatakan bahwa pada sebuah aliran fluida peningkatan pada kecepatan fluida akan menimbulkan penurunan tekanan pada aliran tersebut, energi pada suatu titik di dalam suatu aliran tertutup sama besarnya dengan jumlah energi di titik lain pada jalur aliran yang sama.

Konsep bernoulli ini dapat diaplikasikan dalam berbagai peralatan, contohnya tabung venturi pada karburator mobil, venturimeter, tabung pitot, penyemprot parfum, cerobong asap dan sayap pada pesawat terbang (Aufa, Rubiono and Mujianto, 2016). Aplikasi pada hukum bernolli juga diterapkan pada pada penelitian (Pohan *et al.*, 2021) di mana penerapan konsep bernoulli dimanfaatkan untuk mengatasi krisis air yang ada pada kelompok tani padi di kenagarian katialo kabupaten solok, kegiatan dilaksanakan dengan melakukan pembuatan pompa hidran dengan aplikasi pemasangan pipa menggunakan hukum Bernoulli. Tujuannya adalah untuk memenuhi kebutuhan air warga Jorong Batu Gadang yang berjumlah 30 KK serta mengairi sawah tada hujan yang mempunyai luas 78 ha. Hasil kegiatan yang dilakukan merupakan penerapan konsep Hukum bernoulli pada sistem perpipaan pompa hidran yang membuat air lebih cepat untuk mencapai titik tertinggi. Untuk elevasi ketinggian antara posisi pompa dengan permukaan air di bak penampungan (tangki) adalah setinggi 30 meter, dengan debit air yang naik ke tangki sekitar 2 liter/detik. Keberhasilan sistem pompa ini sudah dapat dinikmati oleh masyarakat Jorong Katialo ditunjukkan dengan kurang dari 10 menit pengujian, air berhasil menuju tempat penampungan air di atas tower yang

mempunyai elevasi perbedaan ketinggian 30 meter dari permukaan pompa hidran.

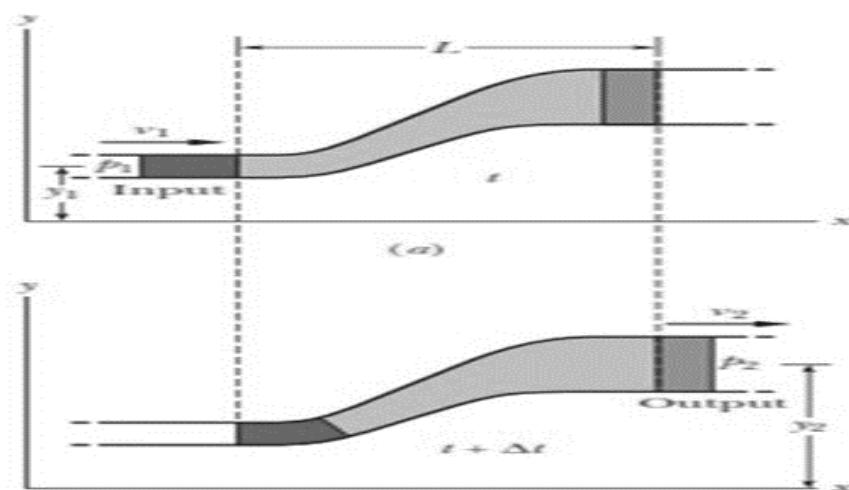
Hukum dasar dalam menyelesaikan beberapa persoalan fluida bergerak adalah hukum bernoulli, di mana teori ini sebenarnya adalah merujuk pada hukum tentang energi mekanik yang diterapkan pada fluida bergerak. Hukum bernoulli memberikan hubungan antara tekanan, kelajuan aliran *liquid*, dan ketinggian fluida tersebut untuk massa jenis yang tetap sesuai dengan jenis fluida yang ada di dalam perpipaan (Sultan *et al.*, 2020).

Konsep dasar bernoulli *System* adalah jumlah dari tekanan ( $P$ ), energi kinetik per satuan volum ( $\frac{1}{2}\rho v^2$ ), dan energi potensial per satuan volum ( $\rho gh$ ) memiliki nilai yang sama pada setiap titik suatu garis arus (Walker, Halliday and Resnick, 2014).

Dengan persamaan hukum bernoulli sebagai berikut;

$$P_1 + \rho gh_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \rho gh_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 \quad (1)$$

Aliran fluida pada dua titik arus yang tidak dama dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini;



Gambar 1. Aliran Fluida Pada Persamaan Bernoulli (Walker, Halliday and Resnick, 2014).

Konsep bernoulli maka dapat diperhitungkan tinggi statis suatu cairan di mana mempunyai tekanan hidrostatis yang dapat menyeimbangkan tekanan *vacuum* dengan *high Vacuum* 50 Cm Hg dan *low vacuum* 25, sehingga dengan perhitungan yang tepat pada alat *Vacuum Stabilizer* maka cairan akan tertahan pada perpipaan sesuai dengan tinggi perhitungan yang didapat, dengan tertahannya cairan di perpipaan maka kebocoran *vacuum* akibat kekosongan pada aliran perpipaan sampai ke output pipa dapat dihilangkan.

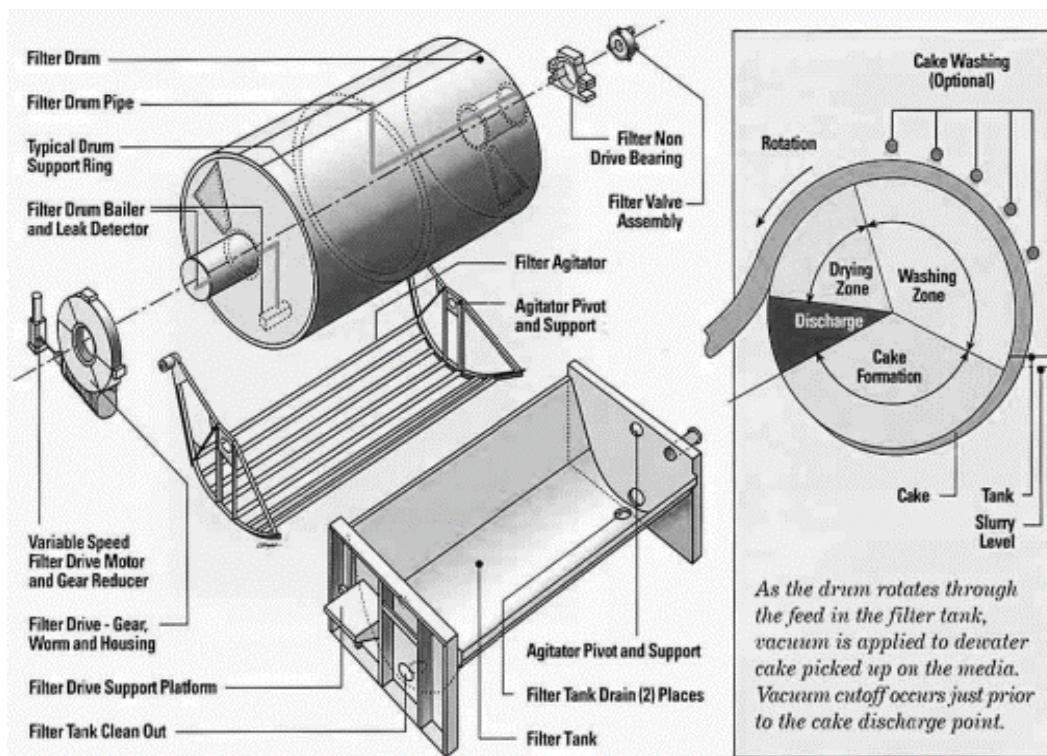
Metode analisis dalam penelitian untuk meningkatkan kinerja peralatan *Rotary Drum Acuum Filter* ini adalah dengan

menggunakan pendekatan DMAIC yaitu *define, measure, analysis, improvement, control*. Metode ini merupakan metode yang banyak digunakan oleh perusahaan ataupun dunia industry dalam melakukan upaya-upaya perbaikan untuk meningkatkan kinerja atau kualitas produk yang dilaksanakan secara berkelanjutan (Niesya Aldila, 2018).

*Rotarry Drum Vacuum filter* merupakan salah satu peralatan proses *filtrasi liquid solid* yang berfungsi untuk memisahkan suatu cairan dari partikel – partikel padatan yang terkandung di dalamnya. *Rotarry Drum Vacuum filter* bekerja dengan sebuah poros yang mempunyai beberapa segmen untuk mengontrol urutan siklus berupa kondisi *low*

*vacuum*, kondisi *high vacuum* dan kondisi *zero vacuum*. *Cake* (blotong) adalah hasil penyaringan, merupakan material padat yang masih mengandung komponen liquidnya dalam hal ini berupa kandungan gula. Pada beberapa proses *filtrasi* ketebalan cake di sekitar 7 mm adalah yang paling bagus, hal ini dikarenakan

pencucian paling efektif pada ketebalan itu, sehingga kandungan *sucrose* yang terbawa pada *cake* semakin sedikit (Sivakumar, Vijayaraghavan and Kumar, 2011). Gambar peralatan *RDVF* dapat dilihat pada gambar di bawah ini;



Gambar 2. Peralatan *RDVF* (Sivakumar, Vijayaraghavan and Kumar, 2011)

dan mengimplementasikan desain peralatan *vacuum stabilizer*, alur konsep penyelesaian

## METODE

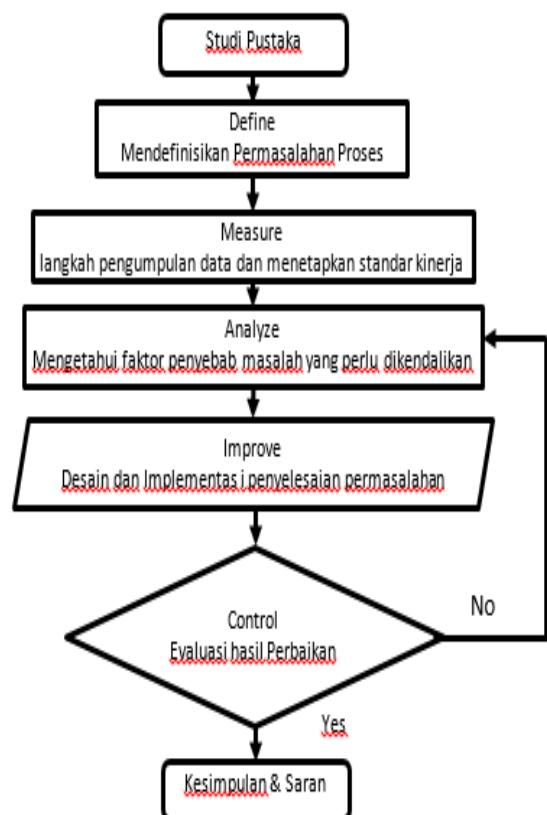
Penelitian desain dan implementasi desain peralatan *Vacuum Stabilizer* ini dilakukan di PG. Krebet Baru I Malang pada tahun 2019, proses perhitungan desain, *drawing* peralatan, pabrikasi peralatan dan instalasi peralatan dilakukan pada tahun 2019 dan mulai dioperasionalkan pada tahun 2020 sehingga pengamatan dan evaluasi kinerja dilakukan pada tahun 2020.

Model pengembangan dalam penelitian untuk meningkatkan kinerja peralatan *Rottary Drum Vacuum Filter* kali ini adalah membuat

masalah pada penelitian kali ini memakai pendekatan konsep DMAIC yaitu; *Define, measure, analyze, improve, dan control*.

Upaya perbaikan untuk meningkatkan kinerja peralatan *Rotarry Drum Vacuum filter* ini adalah dengan merancang suatu peralatan *Vacuum Stabilizer* tujuan ahirnya adalah menekan pencapaian pol *cake* pada angka di bawah 2,5% pol, perhitungan desain peralatan menggunakan konsep hukum bernoulli.

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 3 di bawah ini;



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses desain dan implementasi peralatan *Vacuum Stabilizer* pada penelitian kali ini menggunakan pendekatan DMAIC yaitu *Define, measure, analyze, improve*, dan *control*.

### 1. Define

Tahapan *define* berfungsi untuk mengidentifikasi Permasalahan Pada pada proses filtrasi antara liquid (Nira Kotor) dan partikel endapan terlautnya dengan peralatan *Rotari Drum Vacuum Filter* di mana pada proses ini menghasilkan *cake* dengan kandungan *sucrose* yang masih cukup besar hal ini ditandai dengan % pol *cake* yang mempunyai harga di atas 2,5% (E. Hugot,

1986). Data hasil % pol *cake* pada hasil peralatan *Rotary Drum Vacuum Filter* ini dapat dilihat dengan tabel 1 pada berikut ini;

Tabel 1. Data Pencapaian Rata – Rata % Pol *Cake* Pada hasil Filtrasi RDFV

Dari data di atas terlihat bahwa kandungan sucrose dalam % pol *cake* yang masih tinggi dengan angka di atas 2,5%, hal ini disebabkan karena pencapaian *high vacuum* dan *low vacuum* yang tidak stabil atau fluktuatif dan cenderung di bawah standart, kerugian yang ditimbulkan adalah hilangnya kandungan sucrose ikut terbuang bersama *cake* (blotong) ataupun hilangnya *sucrose* karena adanya proses *entrainment* ke air injeksi.

### 2. Measure

Tahapan *Measure* adalah langkah pengumpulan data dan menetapkan standar

Tahun	Rata – Rata Pol Cake (%)
2015	3,02
2016	2,88
2017	3,18
2018	3,26
2019	2,98

kinerja, sehingga dengan tercapainya standar kinerja peralatan *Rotary Drum Vacuum Filter* ini maka permasalahan proses yang ada yaitu tingginya % pol *cake* (pol blotong) dapat diselesaikan dengan baik. Pada saat proses filtrasi standart kinerja ditentukan dengan nilai *low vacuum* 20 CmHg - 25 CmHg dan *high vacuum* antara 45 CmHg – 55 CmHg (E. Hugot, 1986). Data kinerja yang didapat pada operasional peralatan *Rotary Drum Vacuum Filter* dapat dilihat dengan data berikut ini;

Tabel 2. Data Angka Kinerja *High* Dan *Low Vacuum* 5 Tahun Terahir

Tahun	Pencapaian <i>High vacuum</i> (CmHg)	Pencapaian <i>Low vacuum</i> (CmHg)
2015	33 – 52	7 – 18
2016	34 – 48	6 – 21
2017	32 – 48	5 – 22
2018	32 – 51	7 – 18
2019	30 – 49	5 – 20

Dari tabel di atas, dapat dilihat kinerja pencapaian *high* dan *low vacuum* masih belum stabil atau masih fluktuatif dan cenderung di bawah standart yang telah ditetapkan, pada 5 tahun terahir angka pencapaian *high vacuum* berkisar antara 33 cmHg sampai 52 CmHg sedangkan pencapaian *low vacuum* berkisar antara 5 CmHg sampai 22 CmHg, permasalahan fluktuatifnya atau tidak stabilnya pencapaian kinerja *high* dan *low vacuum* ini harus dicari solusi yang tepat dengan tujuan untuk mencapai kesetabilan kinerja *high* dan *low vacuum* sesuai setandard, sehingga nantinya akan mendukung tercapainya % pol cake (pol blotong) sesuai sasaran yang ditentukan.

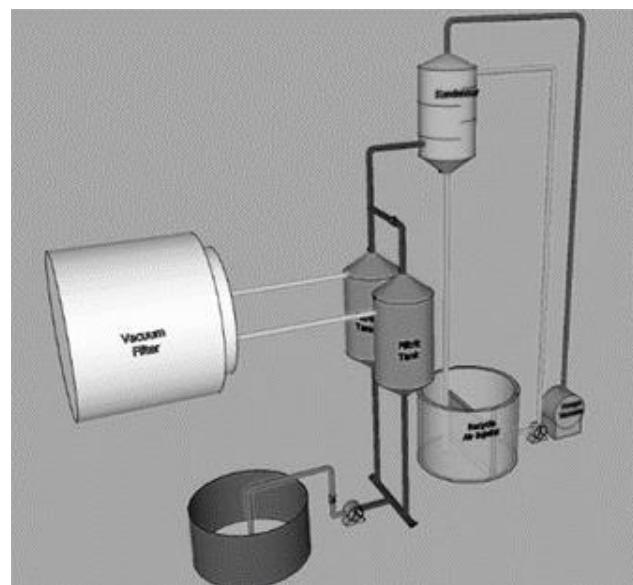
### 3. Analyze

Tahap *Analyze* adalah untuk mengetahui faktor penyebab masalah yang perlu dikendalikan, dari studi lapangan dianalisis bahwa penyebab terjadinya pencapaian *high* dan *low vacuum* yang belum stabil (Fluktuatif) adalah kebocoran *vacuum* melalui pipa outlet pompa liquid hasil filtrasi di mana fenomena penyebab kebocoran dapat diidentifikasi pada kondisi proses sebagai berikut;

- 1) Aliran *flow liquid* (nira filtrit) dalam jalur perpipaan yang masuk ke peti *bologne* tidak stabil, dengan aliran aliran *flow liquid* yang rendah sekitar 25 sd 30 m<sup>3</sup>/jam di bawah Kapasitas Pompa 50 m<sup>3</sup>/jam maka *liquid* nira tapis tidak dapat memenuhi seluruh penampang perpipaan yang menyebabkan terjadinya tarikan *vacuum* kearah barometris kondensor melaui pompa nira hasil filtrasi, hal ini menyebabkan pompa mengalami kavitasii dan kehilangan daya hisapnya untuk melawan tarikan *vacuum* dari kondensor yang akhirnya menyebabkan pencapaian *high* dan *low vacuum* tidak tercapai.
- 2) Aliran dalam pipa mengalami kekosongan akibat *liquid* hasil filtrasi tidak sesuai dengan kapasitas pompa (50 m<sup>3</sup>/jam), kekosongan pada jalur perpipaan setelah

pompa filtrasi menyebabkan *liquid* hasil filtrasi yang ada di peti penampung (Peti *bologne*) akan terhisap ke kondensor pompa *vacuum* dikarenakan ketinggian Hidrostatis tidak dapat menahan besarnya tarikan *vacuum* kejadian ini disebut *entrainment liquid* (nira filtrit) ke barometris kondensor, menyebabkan kerugian yang cukup besar karena *liquid* nira hasil filtrasi akan terbuang terikut dengan air kondensor. Kejadian ini juga menyebabkan terjadinya *back vacuum pressure* dan menyebabkan *high* dan *low vacuum* menjadi sangat rendah atau peralatan *Rottay Drum Vacuum Filter* mengalami kondisi *loss vacuum* (kehilangan tekanan *vacuum*).

Peralatan *Rottay Drum Vacuum Filter* dan beberapa komponen penunjang nya yang terpasang pada saat proses filtrasi sebelum adanya pemasangan *Vacuum Stabilizer* dapat dilihat pada gambar 4 di bawah ini;



Gambar 4. Skema Peralatan RDVF Sebelum Pemasangan *Vacuum Stabilizer*

### 4. Improve

Dari hasil analisis di atas maka diperlukan sebuah desain peralatan *Vacuum Stabilizer* untuk menahan *liquid* atau cairan

hasil filtrasi tidak tertarik ke barometris kondesor dikarenakan adanya tekanan *vacuum* dari pompa *vacuum*, peralatan ini direncanakan menyeimbangkan daya tarik *vacuum* dari pompa *vacuum* dengan ketinggian hidrostatistik cairan sehingga tidak terjadi kebocoran pada output pompa.

Perhitungan *vacuum stabilizer* ini menggunakan persamaan konsep bernoulli sehingga tercapai keseimbangan tekanan hidrostatistik yang membuat kinerja terhadap pencapaian *high* dan *low vacuum* menjadi lebih stabil.

Perhitungan ketinggian peralatan *Vacuum Stabilizer* ini menggunakan konsep bernoulli yang mengikuti rumus untuk fluida statis dengan perbedaan tekanan di dua titik yang mempunyai kecepatan fluida yang sama maka dapat digunakan rumus sebagai berikut ini(Geankoplis J. Christie, 1980);

$$P_1 - P_2 = (h_2 - h_1) \cdot \rho \cdot g/gc$$

$$P_1 - P_2 = (\Delta h) \cdot \rho \cdot g/gc$$

Dimana;

$P_1$  = Tekanan di titik 1

$P_2$  = Tekanan di titik 2

$\Delta h$  = Perbedaan Tinggi Cairan

$g$  = 9,8 kg/s<sup>2</sup>

$gc$  = *Gravitational Conversion Factor* (kg·m)/(N·s<sup>2</sup>)

$g/gc$  = 9,8

### 1) Perhitungan Keseimbangan Hidrostatistika *High Vacuum* 50 CmHg

Data Teknis Peralatan yang didapat adalah sebagai berikut;

$$P_1 (gauge) = 0 \text{ Kg/ Cm}^2$$

$$P_{1abs} = 1 \text{ Kg/ Cm}^2$$

$$P_2 (gauge) = - 55 \text{ Cm Hg}$$

$$P_{2vac} = - 0,666612 \text{ Kg/Cm}^2$$

$$\rho liquid = 1,05 \text{ kg/lt}$$

$$= 1050,0 \text{ Kg/m}^3$$

Rumus yang digunakan;

$$P_1 - P_2 = (\Delta h) \cdot \rho \cdot g/gc$$

$$1 - (-0,67 \text{ kg/cm}^2) = (\Delta h) 1050,0 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8$$

$$1,67 \text{ kg/cm}^2 = (\Delta h) 1050,0 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8$$

$$1,67 \text{ kg/cm}^2 = (\Delta h) 1050,0 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8$$

$$16666,12 \text{ Kg/m}^2 = (\Delta h) 10290,0 \text{ Kg/m}^3$$

$$\Delta h = 1,620 \text{ m}$$

$$Safety akibat friksi dll = 10 \%$$

$$\Delta h = 1,782 \text{ m}$$

$$Tinggi Reservoir Tank = 2,5 \text{ M}$$

$$Tinggi Vacuum Stabilizer = 4,28 \text{ M}$$

### 2) Perhitungan Keseimbangan Hidrostatistika *low Vacuum* 25 CmHg

Data Teknis Peralatan yang didapat adalah sebagai berikut;

$$P_1 (gauge) = 0 \text{ Kg/ Cm}^2$$

$$P_{1abs} = 1 \text{ Kg/ Cm}^2$$

$$P_2 (gauge) = - 25 \text{ Cm Hg}$$

$$P_{2vac} = - 0,33331 \text{ Kg/Cm}^2$$

$$\rho liquid = 1,05 \text{ kg/lt}$$

$$= 1050,0 \text{ Kg/m}^3$$

Rumus yang digunakan;

$$P_1 - P_2 = (\Delta h) \rho \cdot g/gc$$

$$1 - (-0,33 \text{ kg/cm}^2) = (\Delta h) 1050,0 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8$$

$$1,33 \text{ kg/cm}^2 = (\Delta h) 1050,0 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8$$

$$13333,1 \text{ kg/m}^2 = (\Delta h) 1050,0 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8$$

$$16666,12 \text{ Kg/m}^2 = (\Delta h) 10290,0 \text{ Kg/m}^3$$

$$\Delta h = 1,296 \text{ m}$$

$$Safety akibat friksi dll = 10 \%$$

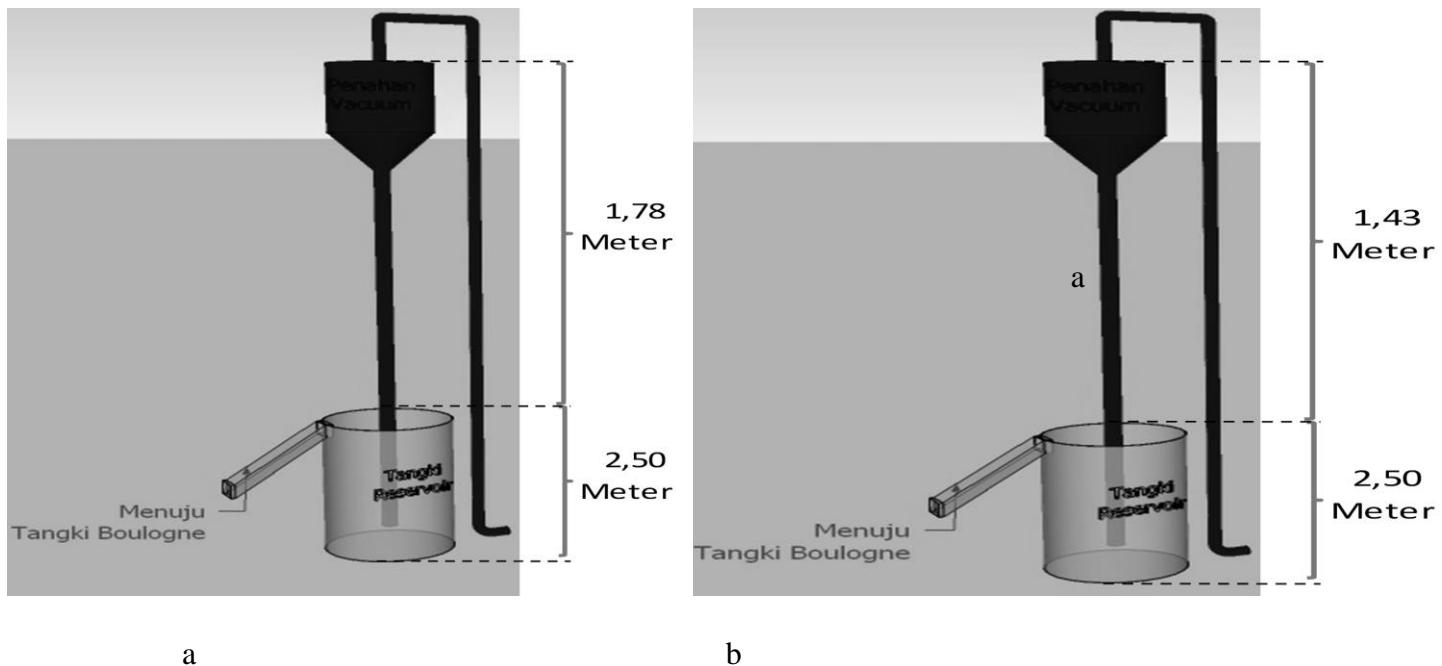
$$\Delta h = 1,425 \text{ m}$$

$$Tinggi Reservoir Tank = 2,5 \text{ M}$$

$$Tinggi Vacuum Stabilizer = 3,925 \text{ M}$$

Dari hasil perhitungan di atas, dihasilkan ketinggian keseimbangan hidrostatistika *high vacuum* 55 CmHg yaitu dengan membuat peralatan *Vacuum Stabilizer* setinggi 4,28 M, sedangkan ketinggian keseimbangan hidrostatistika *low vacuum* 25 CmHg dengan membuat peralatan *Vacuum Stabilizer* setinggi 3,92 M, dari hasil perhitungan ini selanjutnya dilakukan *drawing* dan pembuatan peralatan *Vacuum Stabilizer* untuk diintegrasikan pada peralatan *Rotarry Drum Vacuum Filter*.

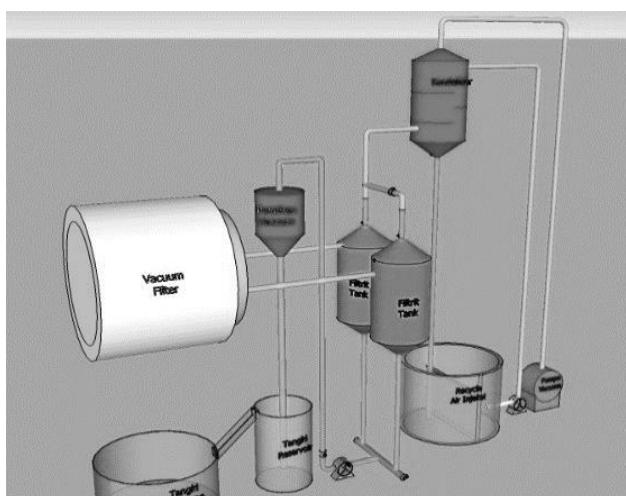
Gambar sekema peralatan *Vacuum Stabilizer* dengan keseimbangan hidrostatistik sesuai dengan konsep perhitungan bernoulli dapat dilihat dari gambar 5 berikut;



Gambar 5. Skema gambar Peralatan Vacuum Stabilizer (a) High Vacuum (b) Low Vacuum

Peralatan *Vacuum Stabilizer* ini merupakan sebuah rangkaian peralatan yang terdiri dari jalur perpipaan, tangki venturi yang terletak di atas, dan tanki reservoir sebagai penampung *liquid* nira hasil penapisan untuk kemudian dialirkan secara grafitasi ke tangki penampung (peti *bologne*).

Skema proses filtrasi dengan penambahan Peralatan *Vacuum Stabilizer* dapat dilihat pada gambar 6 di bawah ini;



Gambar 6. Skema Gambar Peralatan RDVF Dengan Pemasangan Alat Vacuum Stabilizer

Dari skema alat yang telah dibuat maka dilakukan pabrikasi pembuatan peralatan *vacuum stabilizer*. Pemasangan instalasi penahan vacuum atau *Vacuum Stabilizer* ini dilakukan dengan ketinggian tertentu menggunakan prinsip persamaan aliran bernoulli, bertujuan membuat tekanan hidrostatik yang sama dengan tekanan vacuum yang ditentukan (*high vacuum* dan *low vacuum*), instalasi ini dilengkapi dengan valve, tangki venturi, tanki reservoir nira filtrit dan jalur perpipaan, di mana mempunyai tekanan hidrostatik tertentu yang dapat menahan *high vacuum* 50 CmHg dan *low vacuum* 25 CmHg.

Setelah selesai dilakukan pembuatan peralatan *Vacuum Stabilizer* maka dilakukan koneksi jalur peralatan *Vacuum Stabilizer* yang terintegrasi dengan rangkaian peralatan *Rotary Drum Vacuum Filter*, untuk menampung *liquid* (nira hasil filtrasi) direncanakan memakai tangki reservoir kemudian mengalirkan liquid (nira hasil filtrasi) secara gravitasi ke peti penampung (peti *bologne*).

Gambar proses penggerjaan tangki reservoir dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Proses Pengrajan Tangki Reservoir

Aliran nira dari pompa *liquid* (nira hasil filtrasi) dilewatkan pada jalur perpipaan dengan ketinggian sesuai perhitungan yang telah dilakukan yaitu untuk *high vacuum* peralatan *Vacuum Stabilizer* mempunyai tinggi total 4,3 meter sampai pada tangki venturi nya, sedangkan pada kondisi *low vacuum* peralatan *Vacuum Stabilizer* mempunyai tinggi total 3,9 meter sampai pada tangki venturi nya. Gambar tangki venture sebagai bagian peralatan *Vacuum Stabilizer* dapat dilihat seperti pada gambar 8 di bawah ini;



Gambar 8. Peralatan *Vacuum Stabilizer* komponen Tanki venturi

### 5. Control

Pada tahap ini dilakukan evaluasi terhadap hasil perbaikan yang sudah dilakukan sehingga jika hasil perbaikan tersebut belum berhasil memperbaiki permasalahan yang ada maka proses akan kembali ke tahap analisis dan dilakukan pengamatan ulang untuk mencari penyelesaian masalah yang tepat.

Pemasangan peralatan *Vacuum Stabilizer* bertujuan untuk menghilangkan permasalahan kebocoran *vacuum* pada pipa output *liquid* (nira hasil filtrasi), setalah peralatan tersebut terintegrasi dengan peralatan *Rotary Drum Vacuum Filter* dilakukan uji coba dan dioperasionalkan secara kontinyu, kemudian dilakukan pengamatan hasil kinerja peralatan *Vacuum Stabilizer*, pengamatan dilakukan dengan mengambil data parameter kinerja *Rotary Drum vacuum Filter* terutama pada pencapaian pol *cake* (pol blotong) dan pencapaian parameter *high* dan *low vacuum*, hasil yang di dapat kemudian dibandingkan dengan data parameter kinerja, sebelum ada perbaikan dengan pemasangan peralatan *Vacuum Stabilizer*.

Dengan pemasangan *Vacuum Stabilizer* pada peralatan *Rotarry Drum Vacuum Filter* ini maka terjadi perbaikan kinerja dari peralatan tersebut, pada tahun giling 2020 kinerja *high* dan *low vacuum* lebih stabil sehingga dapat menekan kehilangan sucrose yang terikut pada *cake* (blotong) dan menekan kehilangan *sucrose* karena terhisap ke kondensor dan hilang bercampur dengan air injeksi peristiwa ini disebut *entrainment* nira.

Perbaikan kinerja tersebut dapat dilihat dari data produksi giling tahun 2020 dengan pencapaian seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 3 Data Kinerja *High Vacuum, Low Vacuum* Dan % Pol Cake.

Dari data di atas dapat dilihat

Tahun Giling 2020	Pencapaian Low Vacuum (CmHg)	Pencapaian High Vacuum (CmHg)	Rata – Rata Pol Cake (%)
Juni	20 – 24	50 – 54	2,41
Juli	22 – 25	50 – 55	2,37
Agustus	21 – 25	51 – 54	2,28
September	20 – 24	50 – 53	2,22
Okttober	22 – 24	50 – 54	2,36
November	25 – 23	50 – 55	2,32

pencapaian *high* dan *low vacuum* sudah stabil sesuai standart kinerja peralatan *Rotarry Drum Vacuum Filter* yaitu nilai *low vacuum* berkisar antara 20 CmHg - 25 CmHg dan *high vacuum* berkisar antara 45 CmHg – 55 CmHg (E. Hugot, 1986), sedangkan angka % pol cake sudah sesuai dengan angka sasaran yang ditetapkan yaitu di bawah 2,5 % pol cake.

## KESIMPULAN

Desain Peralatan *Vacuum Stabilizer* terdiri dari tanki reservoir, tanki venturi dan jalur perpipaan, dengan perhitungan ketinggian peralatan menggunakan prinsip bernoulli untuk mendapatkan kesetimbangan hidrostatistika, implementasi dari peralatan ini berhasil meningkatkan kinerja peralatan *Rotarry Drum Vacuum Filter* dengan pencapaian stabilitas *high vacuum* pada 45 CmHg – 55 CmHg dan *low vacuum* pada 20 CmHg – 25 CmHg sesuai standart yang ditetapkan, stabilitas *high* dan *low vacuum* ini menghasilkan angka pol cake sesuai sasaran yang ditetapkan yaitu pol cake dibawah 2,5%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aufa, A., Rubiono, G. and Mujianto, H. (2016) ‘Pengaruh Rasio Diameter Pipa Terhadap Perubahan Tekanan Pada Bernoulli Theorem Apparatus’, *Jurnal Prodi Teknik Mesin Universitas PGRI Banyuwangi*, 1, pp. 7–11.
- E. Hugot (1986) *Handbook of Pane Sugar Engineeilng*. 3rd edn. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier Science Publishers B.V.
- Geankoplis J. Christie (1980) *Transport processes and unit operations*. 3rd edn, *The Chemical Engineering Journal*. 3rd edn. new Jersey: prentice hall International, Inc.
- Niesya Aldila (2018) *Penerapan Metode Dmaic Dan Six Sigma Sebagai Upaya Perbaikan Kualitas Menggunakan FMEA*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Pohan, A. F. et al. (2021) ‘The Application of Bernoulli ’S Law Concept to Overcome The Water Crisis on Rice Farming Groups in Katilo State Solok District’, *Jurnal Hilirisasi IPTEKS*, 4(1), pp. 54–60. Available at: <http://hilirisasi.lppm.unand.ac.id>.
- Sivakumar, T., Vijayaraghavan, G. and Kumar, A. V. (2011) ‘Enhancing the Performance of Rottary Vacuum Drum Filter’, *International Journal of Advanced Engineering Technology*, 2(4), pp. 41–47. Available at: <http://www.technicaljournalsonline.com/ijea t/vol ii/ijaet vol ii issue iv octber december 2011/article 6 ijaet volii issue iv oct dec 2011.pdf%5cnfile:///d:/ebooks and profesional documents/profesional engineering documents/papers/penicillin papers/enhan>.
- Sultan, A. D. et al. (2020) ‘Analysis of the Effect of Cross-sectional Area on Water Flow Velocity by Using Venturimeter Tubes’, *Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(1), pp. 94–99. doi: 10.26618/jpf.v8i1.3199.
- Walker, J., Halliday, D. and Resnick, R. (2014) *Fundamentals of Physics Halliday & resnick 10ed*. 10th edn, Wiley. 10th edn. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.