

Perancangan *Automatic Flushing Orifice* Pada *Continuous Condensate* Di PKS Rama Rama

Muhammad Rido Safrizal^{1,1*}, Idad Syaeful Haq², and Hanifadinna³

^{1,1*}Mahasiswa, e-mail : ridosafrizal213@gmail.com

²Dosen Pembimbing, e-mail : idadshaq@yahoo.com

³Dosen Pembimbing, e-mail : adahani.id@gmail.com

Program Studi Teknologi Pengolahan Sawit, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sains Bandung

Abstrak. *Continuous Condensate* sistem tuas merupakan sebuah alat bantu untuk memperlancar pembuangan kondensat dengan memanfaatkan dorongan *steam* dari tabung perebusan agar lori yang berisi Tandan Buah Segar (TBS) tidak tergenang oleh kondensat. Proses pembuangan kondensat telah diatur dengan sistem perebusan. Pada saat proses perebusan berlangsung dan apabila terjadi sumbat pada *orifice* yang diindikasikan oleh *steam* yang keluar dari *chamber continuous condensate* maka operator harus melakukan *flushing* secara manual dengan memutar tuas berulir pada alat tersebut. Jika tidak segera dilakukan *flushing* dikhawatirkan air kondensat dapat merendam lori yang berisi TBS yang dapat menyebabkan *Oil Loss In Empty Bunch Stalk* tinggi, *liner sterilizer* dan *chasis* lori menjadi korosi. *Continuous Condensate* sistem tuas yang terpasang sering terjadi penyumbatan saat sedang beroperasi sehingga dibutuhkan operator untuk memantau kelancaran alat tersebut. Selain itu, berisiko terjadi kecelakaan kerja seperti terkena semburan *steam* dan percikan air kondensat apabila melakukan *flushing orifice* secara manual saat sedang beroperasi. Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan sebuah *continuous improvement* untuk memaksimalkan efektifitas alat bantu pembuangan kondensat dengan memodifikasi metode *flushing orifice* dari sistem tuas (manual) menjadi sistem pneumatik (otomatis). *Continuous improvement* yang dilakukan adalah dengan menambah sistem pneumatik yang terdiri dari *solenoid valve*, dan *timer* kemudian dihubungkan dengan *solenoid valve condensate*, serta menambah *mechanical flushing* yang terdiri dari pegas, piston, *shaft*, dan *oil seal*. Pengaruh dari pemasangan alat ini dapat dilihat dari perbedaan rata – rata *oil loss in empty bunch stalk* sebelum pemasangan yaitu 0.337 % dan sesudah pemasangan yaitu 0.326 %.

Kata Kunci: *Automatic, pneumatic, mechanical, continuous condensate, oil loss in empty bunch stalk*

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Dalam proses pengolahan Tandan Buah Segar (TBS), Pabrik Kelapa Sawit (PKS) mempunyai tahapan-tahapan untuk mendapatkan minyak kelapa sawit yang dikenal sebagai *Crude Palm Oil* (CPO). Untuk mendapatkan CPO dilakukan serangkaian tahapan dan perlakuan terhadap TBS agar didapat produk yang berkualitas dan sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Salah satu tahapan dan perlakuan yang dilakukan terhadap TBS adalah tahapan Perebusan (sterilisasi), pada tahapan ini TBS akan direbus di dalam sebuah bejana bertekanan menggunakan uap bertekanan (*steam*) yang dihasilkan oleh Boiler. Pada proses perebusan TBS akan terjadi kondensasi dari uap bertekanan (*steam*) yang mana kondensasi tersebut akan merendam lori yang berisi TBS sehingga menyebabkan *oil losses in empty bunch naik*. Maka untuk menangani kasus tersebut dibuat alat bantu untuk memperlancar pembuangan air kondensat yang bernama *continuous condensate* sistem tuas. *Continuous condensate* sistem tuas tersebut merupakan aliran *by pass* dari *condensate pipe* yang dipasang sebelum *valve condensate*, *by pass* aliran kondensat ini bertujuan untuk mencegah meningkatnya volume kondensat yang berlebih sebelum *valve condensate* terbuka. *Continuous*

^{1*} Corresponding author: ridosafrizal213@gmail.com

Condensate sistem tuas merupakan sebuah pipa yang berfungsi untuk meneruskan air kondensat agar tidak terjadi penggenangan kondensat di dalam tabung perebusan. Terjadinya penyumbatan pada *Continuous Condensate* sistem tuas yang diakibatkan adanya timbunan kerak ataupun berondolan masuk ke dalam *Strainer* dan terikut bersama air kondensat sehingga terjadi penyumbatan pada *Orifice* yang menyebabkan pembuangan kondensat tidak lancar. Hal ini tentu menjadi masalah bila penyumbatan terjadi pada saat proses perebusan berlangsung dimana kondensat akan menggenang dalam tabung rebusan dan menyebabkan kenaikan *oil loss in empty bunch stalk*. *Continuous Condensate* sistem tuas yang terpasang saat ini masih terjadi penyumbatan saat sedang beroperasi sehingga membutuhkan operator untuk memantau kelancaran alat tersebut [1]. Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan inovasi untuk memaksimalkan pembuangan kondensat dengan memodifikasi alat bantu pembersihan *orifice continuous condensate* sistem tuas menjadi sistem pneumatik.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka didapat dan dibuatlah rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana metode *flushing orifice* yang efektif dan aman?
2. Bagaimana pengaruh modifikasi *continuous condensate* sistem tuas (manual) menjadi *automatic* terhadap kelancaran pembuangan kondensat dan *oil loss in empty bunch stalk*?
3. Bagaimana kelayakan dari alat yang dimodifikasi yang terdiri dari *mechanical continuous condensate* (piston, tuas, tabung silinder, pegas, dudukan pegas, dan *oil seal*), dan sistem pneumatik (*solenoid, actuator*, dan kompresor)?

1.3. Tujuan

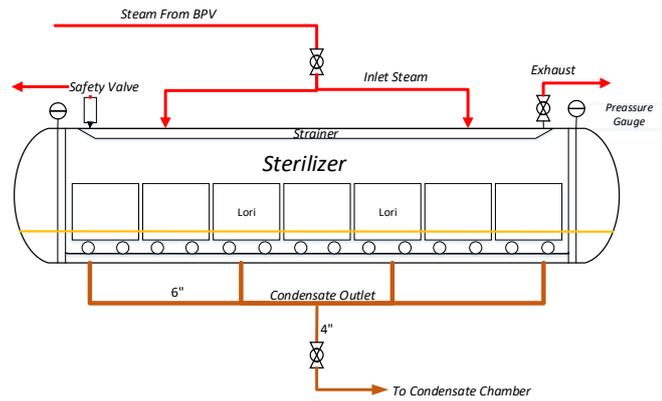
Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk :

1. Menentukan metode *flushing orifice* yang efektif dan aman.
2. Mengetahui pengaruh modifikasi *continuous condensate* sistem tuas (manual) menjadi *automatic* terhadap kelancaran pembuangan kondensat serta *oil loss in empty bunch stalk*.
3. Menentukan kelayakan dari alat yang dimodifikasi yang terdiri dari *mechanical continuous condensate* (piston, tuas, tabung silinder, pegas, dudukan pegas, dan *oil seal*), dan sistem pneumatik (*solenoid, actuator*, dan kompresor).

2. Landasan Teori

2.1. Stasiun Perebusan (*Sterilizer Station*)

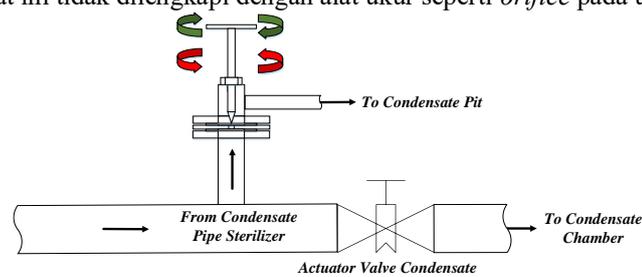
Stasiun perebusan (*sterilizer station*) merupakan tahapan atau penanganan awal bagi TBS di PKS untuk mendapatkan produk yang bernama CPO. Pada stasiun perebusan ini perlakuan yang dilakukan terhadap TBS adalah proses perebusan TBS menggunakan uap bertekanan di dalam tabung perebusan dengan tujuan menonaktifkan *enzim lipase* yang dapat menyebabkan *Free Fatty Acid* (FFA) yang termasuk kedalam kualitas produksi, kemudian melunakkan berondolan agar memudahkan proses pemisahan daging buah dari *nut* di *digester*, selanjutnya memudahkan proses pemisahan molekul minyak dan proses pemurnian minyak, dan yang terakhir mengurangi kadar air pada *nut* > 20 %. Pada PKS Rama Rama terdapat 4 (empat) unit tabung perebusan dengan kapasitas 7 (tujuh) unit lori per unit tabung perebusan. Proses perebusan menggunakan sistem perebusan 3 *peak*, pada *peak* pertama *steam* harus mencapai tekanan 1,3 – 1,5 *barg*, kemudian dilanjutkan dengan *peak* kedua yang mencapai 2,2 - 2,5 *barg*, pada *peak* pertama dan *peak* kedua inilah terjadi proses pembuangan kadar oksigen di dalam tabung rebusan yang dapat menghambat proses perebusan. Pada *peak* ketiga *steam* dikondisikan mencapai tekanan 2,7 - 3,0 *barg* agar proses rebusan dapat berjalan dengan optimal [2].



Gambar 1. Skema Tabung Perebusan

2.2. Continuous Condensate Sistem Tuas

Continuous condensate merupakan sebuah alat bantu pada stasiun perebusan yang berfungsi untuk membantu kelancaran pembuangan kondensat dari tabung perebusan, sedangkan sistem tuas pada alat ini yaitu sebuah tuas berulir yang terbuat dari baut s/s $\frac{3}{4}$ x 5 inch yang berfungsi sebagai metode untuk melakukan *flushing* pada *orifice* dengan cara diputar. Pada *continuous condensate* ini terpasang juga sebuah plat berlubang dengan diameter 10 mm seperti *orifice* yang berfungsi untuk mengukur laju aliran *fluida*, namun *orifice* pada alat ini tidak dilengkapi dengan alat ukur seperti *orifice* pada umumnya.



Gambar 2. Skema Continuous Condensate Sistem Tuas



Gambar 3. Continuous Condensate Sistem Tuas

2.3. Sistem Pneumatik

Sistem pneumatik merupakan sebuah sistem yang menggunakan tenaga *fluida* dimana *fluida* mentransmisi dan mengontrol energi menggunakan media *fluida* yaitu gas dan *liquid*. Prinsip kerjanya yaitu udara yang berasal dari atmosfer dimampatkan dan volumenya direduksi dengan cara dikompresi yang kemudian dapat meningkatkan tekanan [3].

2.4. Kompresor

Kompresor merupakan komponen dari sistem pneumatik yang berfungsi sebagai *supply* energi dengan cara menghisap, menyimpan, dan memampatkan udara. Terdapat beberapa komponen penyusun dari kompresor seperti tangki penyimpanan, *electric motor*, *pressure switch*, *check valve*, *pressure gage*, *drain*, *safety valve*, dll. Di PKS Rama Rama kompresor yang digunakan

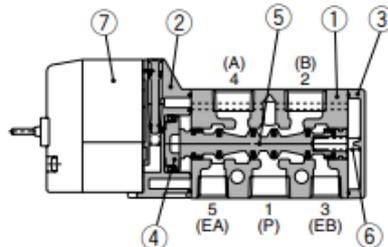
pada sistem pneumatik merupakan kompresor tipe *positive displacement* jenis *single acting cylinder* [4].



Gambar 4. Kompresor PUMA

2.5. Katup Pneumatik

Katup pneumatik adalah katup yang dioperasikan secara elektromekanis pada sistem pneumatik yang berfungsi untuk mengendalikan arah aliran *fluida* atau udara terkompresi yang dihasilkan kompresor untuk menggerakkan aktuator. Penamaan dari katup pneumatik dapat dibedakan berdasarkan jumlah *port*, jumlah posisi kerja, jenis penggerak katup, dan nama tambahan sesuai dengan karakteristik katup yang dipakai. Katup pneumatik yang digunakan pada penelitian ini adalah katup *Directional Control Valve* (DCV) 5/2 yang didasarkan dari fungsinya yaitu sebagai katup pengarah [4].



Gambar 5. Detail Katup DCV 5/2 VF3130K-4G1-02 SMC



Gambar 6. Katup Pneumatik DCV 5/2 VF3130K-4G1-02 SMC

2.6. Aktuator

Aktuator merupakan *output* dari sistem kontrol pneumatik atau hidrolis yang mengubah energi *fluida* menjadi energi gerak. Sinyal keluaran dikontrol oleh sistem kontrol, maka aktuator bertanggung jawab pada sinyal kontrol melalui elemen kontrol terakhir [3].

2.7. Konduktor (penyaluran)

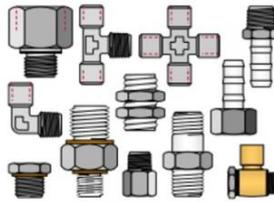
Penginstalasian sirkuit pneumatik hingga menjadi suatu sistem yang dapat dioperasikan diperlukan konduktor (penyaluran), sehingga konduktor ini difungsikan untuk menyalurkan udara bertekanan yang akan mentransmisikan energi *fluida* ke aktuator. Konduktor yang digunakan adalah *copper tubing* $\frac{1}{4}$ terbuat dari tembaga yang semi fleksibel sehingga mudah untuk dibengkokkan sesuai instalasi yang digunakan.



Gambar 7. Copper Tubing 1/4

2.8. Konektor

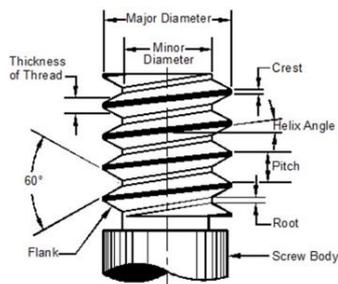
Konektor berfungsi untuk menyambung atau menjepit konduktor (selang atau pipa) agar tersambung erat pada bodi komponen pneumatik. Untuk bentuk dan macamnya disesuaikan dengan konduktor yang digunakan.



Gambar 8. Konektor

2.9. Ulir

Untuk menyambung atau mengikat beberapa komponen menjadi satu bagian diperlukan sebuah mur dan baut untuk menghindari terjadinya gesekan antar komponen. Dari proses penyambungan komponen tersebut menggunakan mur dan baut dibutuhkan ulir untuk menghubungkan dan merekatkan sebuah mur atau baut dengan sebuah objek benda. Pada umumnya ulir pengikat, profil penampangnya berbentuk seperti segitiga sama kaki dan jarak antara satu puncak dengan puncak selanjutnya dari profil tersebut dinamakan jarak bagi (*pitch*) [5].



Gambar 9. Bagian Ulir

2.10. Pegas

Pegas merupakan sebuah benda elastis yang dapat memendek dan memanjang. Pada saat pegas diberi beban pegas akan memendek dan memanjang kembali ke bentuk semula dengan melepaskan energi saat beban diangkat. Pegas umumnya berfungsi untuk menyerap atau meredam kejut dari getaran agar tidak langsung diteruskan ke sebuah benda. Berdasarkan fungsinya pegas yang digunakan adalah pegas tekan [5].



Gambar 10. Pegas Tekan

2.11. Oil Seal

Oil seal atau *radial lip seal* merupakan komponen mesin yang berbentuk benda kecil yang perannya sangat penting bagi umur sebuah mesin. Meski berukuran kecil, fungsi oil seal mampu melindungi celah pada mesin untuk mencegah keluar masuknya oli. Selain itu, benda ini juga berguna agar tidak terjadi kebocoran cairan dan udara. Terdapat dua jenis *radial lip seal* dilihat dari bentuknya, yaitu *static seal* atau perapat statis merupakan *seal* yang digunakan pada mesin atau komponen yang tidak bergerak sedangkan *dynamic seal* atau *seal* dinamis merupakan perapat yang digunakan pada komponen yang bergerak [6].

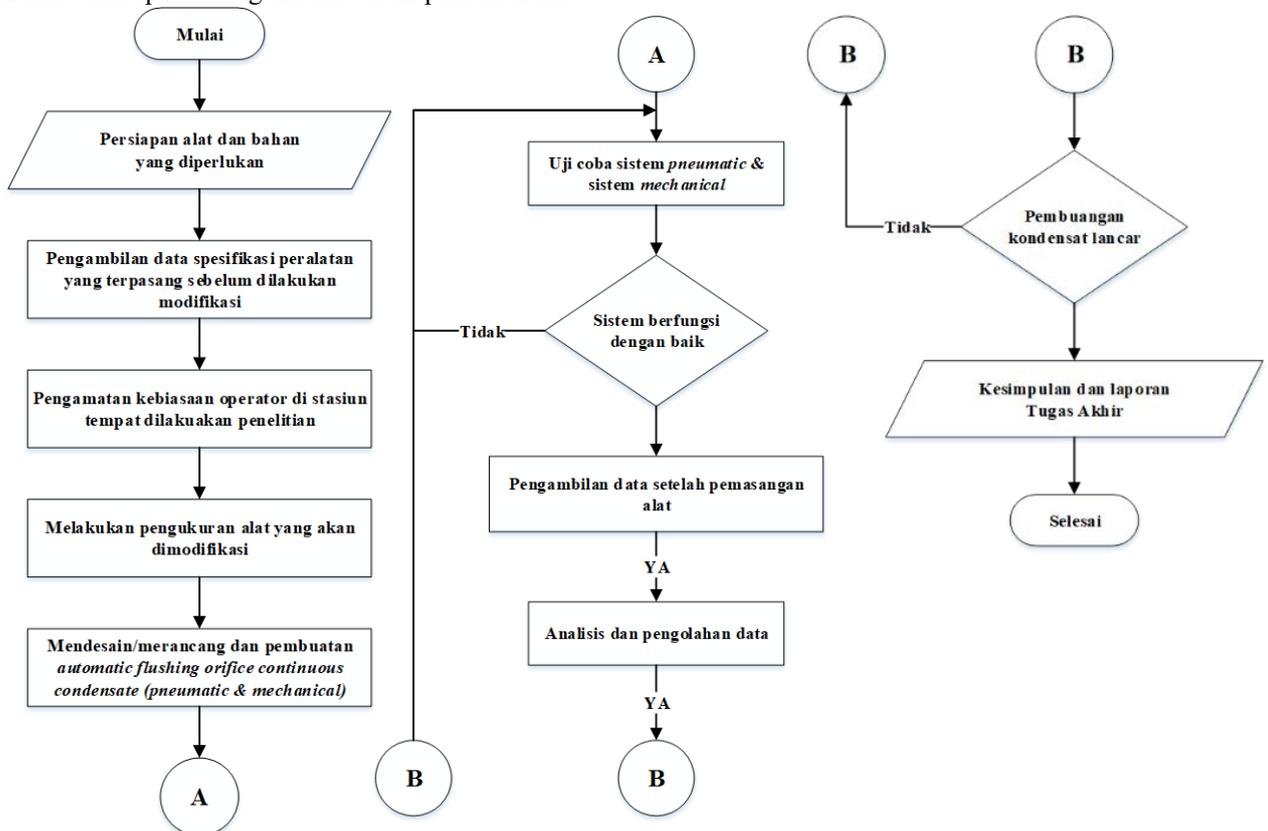


Gambar 11. Oil Seal NOK TC 15 x 30 x 5

3. Metode Penelitian

3.1. Diagram Alir

Berikut merupakan diagram alir dalam penelitian ini.

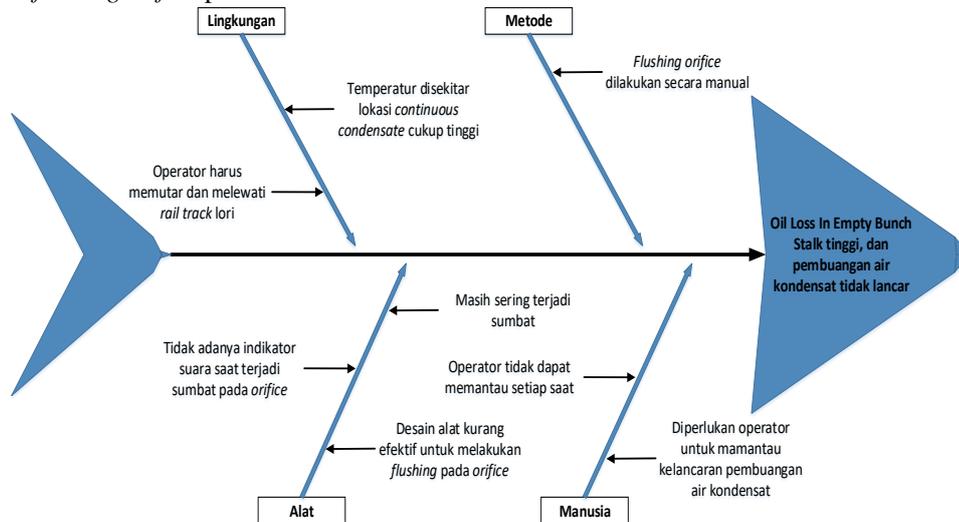


Gambar 12. Diagram Alir Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Identifikasi Masalah

Untuk memudahkan dalam mencari akar penyebab dari suatu permasalahan serta menguraikan masalah yang sedang dihadapi dapat menggunakan diagram ishikawa sebagai alat dalam mencari sebab dan akibat suatu permasalahan. Dalam pencarian penyebab masalah pada penelitian ini dapat dikelompokkan menjadi empat kelompok, yang pertama adalah manusia, manusia merupakan Sumber Daya Manusia (SDM) yang berperan sebagai operator dalam pengoperasian mesin di stasiun *Sterilizer*. Di PKS Rama Rama terdapat 3 orang operator per *shift* yang bertugas mengoperasikan seluruh peralatan di stasiun *sterilizer*, dimana dalam prosesnya kegiatan yang berlangsung di stasiun terkait sudah cukup banyak sehingga operator tersebut tidak dapat setiap saat memantau kelancaran pembuangan air kondensat di *continuous condensate* dan membutuhkan 1 orang operator untuk memantau kelancaran pembuangan air kondensat di *continuous condensate*. Selanjutnya yang kedua adalah Alat, berdasarkan pengamatan di lapangan saat sedang beroperasi alat bantu pembuangan air kondensat sering terjadi penyumbatan yang disebabkan desain alat yang kurang efektif dalam melakukan *flushing* serta tidak adanya indikator suara saat terjadi penyumbatan sehingga operator tidak mengetahui jika terjadi penyumbatan pada *orifice*. Selanjutnya yang ketiga adalah Lingkungan, lokasi *continuous condensate* berada tepat di sebelah kiri stasiun *sterilizer* No. 1 dan lokasi operator *standby* di panel kontrol *sterilizer* yang berada di atas tabung sterilizer sehingga jika terjadi penyumbatan operator harus turun melalui tangga sebelah kanan dan memutar melewati *rail track* lori. Kemudian yang keempat adalah Metode, yakni berdasarkan studi lapangan di stasiun *sterilizer* jika terjadi penyumbatan pada *continuous condensate* operator harus melakukan *flushing orifice* secara manual dengan memutar tuas pada alat tersebut. Dari pengelompokan tersebut diketahui efek yang terjadi jika salah satu tidak dikontrol adalah pembuangan air kondensat dari dalam tabung perebusan tidak lancar dan menyebabkan *oil losses in empty bunch stalk* tinggi. Berikut diagram Ishikawa dalam perancangan *automatic flushing orifice* pada *continuous condensate*.



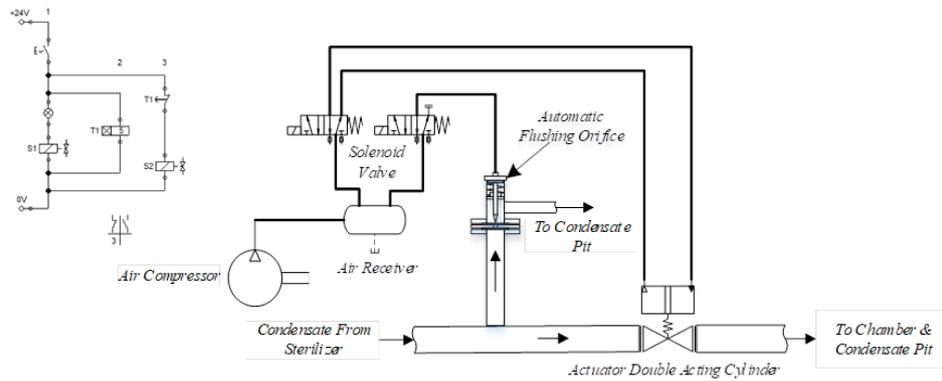
Gambar 13. Diagram Ishikawa

4.2. Hasil Perancangan dan Pembuatan

Hasil dari perancangan dan pembuatan *Automatic Flushing Orifice* pada *continuous codensate* yang terdiri dari sistem pneumatik (katup pneumatik, dan *timer*) dan sistem mekanik (piston, tuas, tabung silinder, pegas, dan *oil seal*).

4.2.1. Sistem Pneumatik

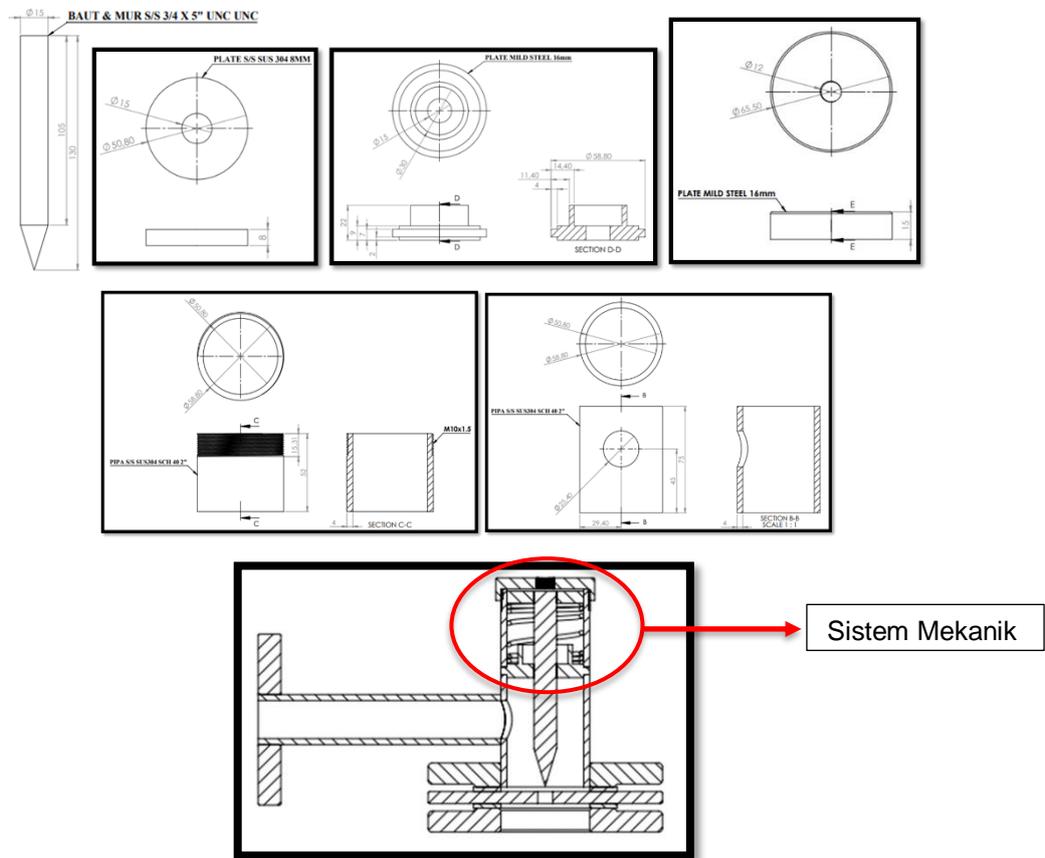
Untuk sistem pneumatik pada alat ini didesain sedemikian rupa sehingga pengoperasiannya langsung terintegrasi dengan sistem perebusan. Berikut rangkaian dari sistem pneumatik :



Gambar 14. Rangkaian dan Instalasi Sistem Pneumatik

4.2.2. Sistem Mekanik

Sistem mekanik pada perancangan *automatic flushing orifice* ini terdiri dari beberapa komponen penyusun yaitu piston, tuas, tabung silinder, pegas,udukan pegas, dan *oil seal*. Dalam pembuatan komponen penyusun tersebut digunakan material sisa fabrikasi di *workshop* tempat dilakukan peneitian. Berikut perancangan komponen *automatic flushing orifice* :

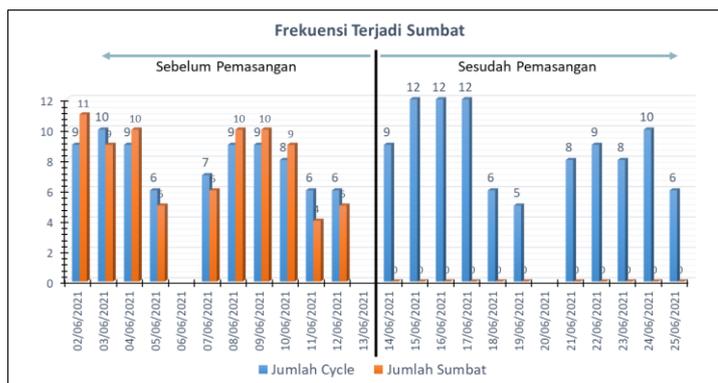


Gambar 15. Rancangan Komponen Penyusun

4.3. Hasil Pengujian Alat *Automatic Flushing Orifice* Pada *Continuous Condensate*

4.3.1. Frekuensi Terjadi Penyumbatan

Berikut merupakan hasil pengujian terhadap frekuensi terjadi penyumbatan pada *orifice*.

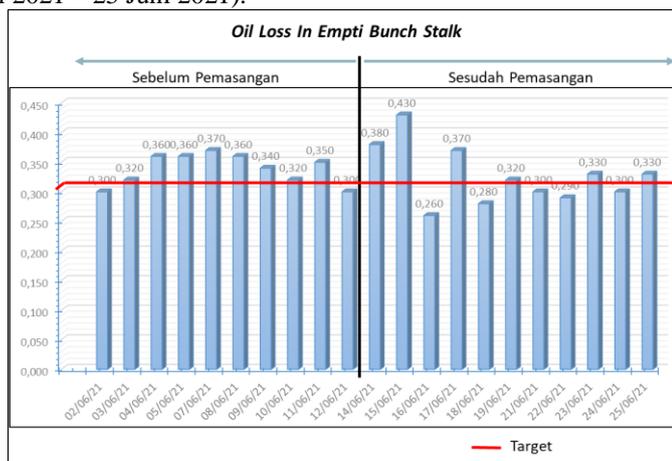


Gambar 16. Grafik Frekuensi Terjadi Penyumbatan

Berdasarkan grafik perbandingan frekuensi terjadi penyumbatan pada *orifice* sebelum dan sesudah pemasangan *automatic flushing orifice*, dapat dilihat terjadi penyumbatan dan dilakukan *flushing* secara manual dengan rata – rata penyumbatan 8 kali per-10 hari (02 Juni 2021 – 12 Juni 2021) sebelum pemasangan, dan setelah pemasangan (14 Juni 2021 – 25 Juni 2021) sama sekali tidak terjadi penyumbatan.

4.3.2. Data Hasil Analisa Oil Loss In Empty Bunch

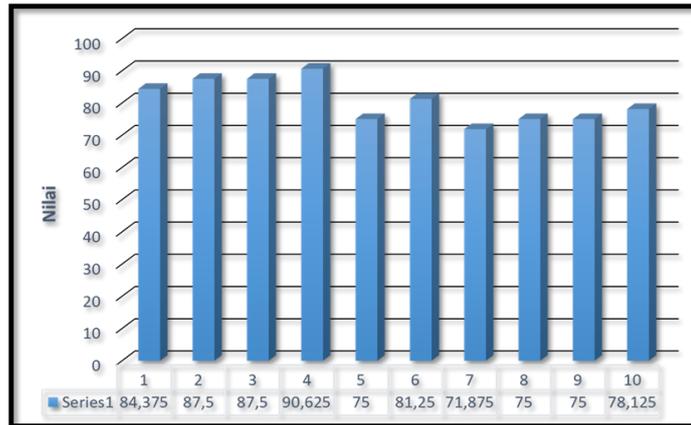
Setelah pemasangan alat *automatic flushing orifice* dilakukan analisa terhadap *oil loss in empty bunch* yang mana sampel yang diambil adalah sampel dimana alat ini dipasang yaitu pada *sterilizer* No. 1. Dari hasil analisa *oil loss in empty bunch stalk* sebelum dan sesudah pemasangan *automatic flushing orifice*, dapat dilihat terjadi penurunan *oil losses in empty bunch stalk* dari rata – rata per-10 hari sebelum pemasangan (02 Juni 2021 – 12 Juni 2021) yaitu sebesar 0,337 % menjadi rata – rata sebesar 0,326 % setelah pemasangan (14 Juni 2021 – 25 Juni 2021).



Gambar 17. Grafik Perbandingan Oil Loss In Empty Bunch Stalk

4.3.3. Data Hasil Kuesioner

Kuesioner bertujuan untuk mengetahui ketertarikan responden terhadap alat yang dibuat. Responden yang mengisi kuesioner tersebut diantaranya seluruh karyawan stasiun *sterilizer shift* 1 dan 2 yang berjumlah 6 orang, asisten proses *shift* 1 dan 2, askep, dan manager, jadi terdapat 10 responden. Poin penilaian dari pernyataan yang diberikan terdiri dari 8 pernyataan, dan penilaian terdiri dari Sangat Setuju dengan nilai 4, Setuju dengan nilai 3, Netral dengan nilai 2, Tidak Setuju dengan nilai 1, dan Sangat Tidak Setuju dengan nilai 0.



Gambar 18. Grafik Hasil kesioner

5. Penutup

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada sebelumnya dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut :

1. Desain dari perancangan sistem pneumatik dan sistem mekanik yang sederhana sehingga mudah dalam pengoperasian serta perawatan, disamping itu material yang digunakan dalam perancangan *automatic flushing orifice* ini menggunakan material bekas dan material sisa fabrikasi di *workshop* sehingga dapat menghemat *cost* dari pembuatan alat tersebut.
2. Dengan menggunakan *automatic flushing orifice* pada *continuous condensate* proses pembuangan air kondensat dari tabung perebusan dapat keluar secara optimal serta minim terjadi penyumbatan pada *orifice*, hal ini dikarenakan proses flushing yang dilakukan secara otomatis dan terhubung langsung dengan sistem perebusan.
3. Dengan menggunakan *automatic flushing orifice* pada *continuous condensate* tidak lagi diperlukan operator untuk memantau kelancaran pembuangan air kondensat dari tabung perebusan, proses *flushing orifice* jadi lebih aman dan efektif serta terbukti dapat menurunkan *oil losses in empty bunch stalk* dimana selisih perbandingan penurunan *losses* yaitu 0,01 % to FFB.

5.2. Saran

Berikut merupakan saran yang dapat diajukan untuk dapat mengembangkan alat *Automatic Flushing Orifice* pada *Continuous Condensate* selanjutnya.

1. Sebaiknya saat pemasangan sistem pneumatik pada alat ini disesuaikan dengan kondisi di stasiun *sterilizer* dan saat perancangan sistem mekanikal perlu disesuaikan juga dengan kondisi di stasiun *sterilizer* agar dapat meminimalkan penggunaan material serta menghemat *cost*.
2. Pada saat melakukan penelitian terdapat keterbatasan waktu sehingga untuk kedepannya diharapkan dapat dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap potensi minyak yang dapat diselamatkan dari penurunan *oil losses in empty bunch stalk*.

Referensi

- [1] M. Nashiruddin, "Continuous Condensate Sistem Tuas," Regional Conference PSM 5 Sungai Rokan Training Centre, Riau, 2016.
- [2] S. A. a. Food, Standar Operasional Prosedur Pengolahan Pabrik Kelapa Sawit, Jakarta: SOP/SMART/MCMD/I/TM-PKS, 2013.
- [3] Hanifadinna, Artist, *Hidrolik dan Pneumatik. Bahan Ajar Mata Kuliah Hidrolik dan Pneumatik. Teknologi Pengolahan Sawit..* [Art]. Institut Teknologi Sains Bandung, 2020.
- [4] M. G. Rabie, Fluid Power Engineering, Kairo, Mesir: Pendidikan McGraw-Hill, 2009.
- [5] Sularso, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Bandung: Pradya Paramita, 2002.
- [6] N. a. N. g. companies, Writer, *Oil Seals.* [Performance]. NOK Corporation, 2003.

- [7] M. R. Safrizal, PKS Rama Rama, Kampar, 2020.
- [8] I. S. Haq, Artist, *Pemilihan Ulir dan Pegas. Bahan Ajar Mata Kuliah Elemen Mesin. Program Studi Teknologi Pengolahan Sawit.* [Art]. Institut Teknologi Sains Bandung, 2020.
- [9] L. Laila, Artist, *Kompresor. Bahan Ajar Mata Kuliah Mesin Konversi Energi II. Teknologi Pengolahan Sawit..* [Art]. Institut Teknologi Sains Bandung, 2020.
- [10] I. B. R. d. M. Sopyan, “Efektivitas Proses Pembuangan Udara Melalui Pipa Condensate pada Stasiun Rebusan (Stirilizer) di Pabrik Kelapa Sawit,” *Jurnal Citra Widya Edukasi*, vol. IV, no. 2, 2012.
- [11] A. O. A. N. H. C. H. Robert J. Houghtalen, *Fundamentals of Hydraulic Engineering Systems*, Prentice Hall, 2010.