

Analisis Computational Fluid Dynamics (Cfd) Dan Optimalisasi Desain Pada Cyclone Separator Di Cv. Xyz Menggunakan Software Ansys

1st Aditya Dimas Ramadhan
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
adimsr@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Agus Kusnayat
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
guskus@telkomuniversity.ac.id

3rd Ilma Mufidah
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
ilmamufidah@telkomuniversity.ac.id

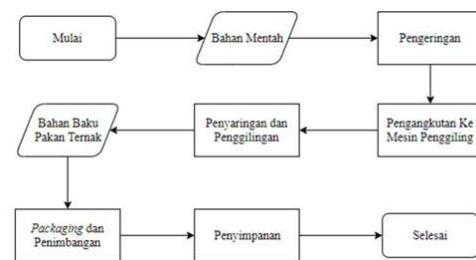
Abstrak — CV. XYZ merupakan sebuah perusahaan yang bergerak dalam bidang penyediaan bahan baku pakan ternak. Bahan baku yang diolah untuk pembuatan pakan ternak adalah kulit kopi, ongkok, bungkil sawit, bungkil kopra, dan dedak padi. Permasalahan yang ditemukan pada saat studi lapangan adalah debu hasil produksi bahan baku pangan ada yang berterbangan, hal ini menyebabkan kerugian finansial, dan kerugian kesehatan. CV. XYZ mencatat debu hasil produksi yang tidak terjual sebagai *loss goods* dan yang paling mengalami kerugian adalah penggilingan kulit kopi dan bisa mencapai hingga 5.7%. CV. XYZ saat ini menggunakan cyclone separator sebagai solusi untuk meminimalisir debu-debu hasil produksi pakan ternak. Untuk mengoptimalkan produktivitas CV. XYZ dibuat sebuah rancangan *cyclone separator* usulan. Tujuan dari pembuatan rancangan *cyclone separator* usulan adalah untuk membuat proses pengumpulan debu hasil produksi pangan ternak yang berterbangan dan pengosongan serbuk yang efektif dan efisien pada proses produksi. *Computational Fluid Dynamic* (CFD) merupakan perhitungan yang mengkhususkan pada ruang yang berisi fluida. Proses perhitungan yang dilakukan oleh CFD adalah dengan melibatkan beberapa parameter yang terlibat. Simulasi dibutuhkan karena simulasi menggambarkan sebuah sistem dan dilakukan uji coba dari sistem tersebut untuk memperkirakan hal-hal yang mungkin terjadi pada kurun waktu tertentu secara CFD.

Kata kunci— Cyclone separator, simulasi, computational fluid dynamic (CFD).

I. PENDAHULUAN

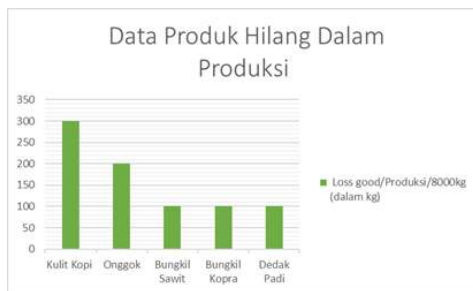
Dalam kehidupan sosial budaya masyarakat Indonesia, industri peternakan memiliki fungsi yang kompleks. Sebelum dekade tahun 1970-an, sebagian besar petani memelihara ternak sebagai penjaga ternak, lalu sebagian kecil petani sebagai produsen ternak, dan sebagian petani sebagai peternak. Perkembangan ekonomi dan arus global membuat fungsi peternakan tidak hanya menjadi penghasil pangan, namun juga berperan penting terhadap akumulasi aset, tabungan atau asuransi, meningkatkan status sosial peternak, menjadi bagian integral usaha tani, serta sebagai hewan piaraan untuk hobi (Diwyanto & Priyanti, 2009). Salah satu aktifitas dalam industri peternakan adalah memproduksi bahan baku pakan ternak.

Proses produksi bahan baku pakan ternak dapat dilihat pada Gambar 1.1.



GAMBAR 1
Alur Produksi CV. XYZ

Penggilingan merupakan proses yang paling utama dalam proses produksi bahan baku pakan ternak, pada proses penggilingan bahan baku mengalami proses pengecilan ukuran. Proses penggilingan dilakukan pada mesin hammer mill, di mana bahan baku ditumbuk secara terus menerus dengan kecepatan yang tinggi sampai bahan baku tersebut menjadi bubuk. CV. XYZ merupakan sebuah perusahaan yang terletak di Ciparay, dan bergerak dalam bidang penyediaan bahan baku pakan ternak. Bahan baku yang diolah untuk pembuatan pakan ternak adalah kulit kopi, ongkok, bungkil sawit, bungkil kopra, dan dedak padi. Permasalahan yang ditemukan pada saat studi lapangan adalah debu hasil produksi bahan baku pangan ada yang berterbangan, hal ini menyebabkan kerugian finansial, dan kerugian kesehatan. Menurut statistik perusahaan peternakan ternak besar dan kecil, pakan ternak merupakan proporsi paling besar dari pemasukan peternakan dengan nilai 68,24% (Badan Pusat Statistik, 2017). Hal ini menunjukkan bahwa debu yang berterbangan tersebut akan sangat merugikan bagi perusahaan. Pada Gambar 1.2 menunjukkan data produk hilang dalam produksi pakan ternak. CV. XYZ mencatat debu hasil produksi yang tidak terjual sebagai *loss goods* dan yang paling mengalami kerugian adalah penggilingan kulit kopi dan bisa mencapai hingga 5.7%.



GAMBAR 2
Data Produk Hilang Dalam Produksi

CV. XYZ saat ini menggunakan cyclone separator sebagai solusi untuk meminimalisir debu-debu hasil produksi pakan ternak. Gambar 1.3 memperlihatkan cyclone separator yang saat ini dipakai oleh CV. XYZ.



GAMBAR 3
Cyclone Dust Collector Existing

Cyclone separator yang digunakan pada CV. XYZ bertipe blower centrifugal, kipas radial yang mempunyai daya hisap dan kinetic di bawah blower keong. Kelemahan dari cyclone separator yang dipakai oleh CV. XYZ adalah kapasitas bag collector yang tidak begitu banyak menampung debunya, dan juga jangkauan hisap masih belum optimal karena tidak bias melebihi dari jarak 4 meter. Tetapi dengan penggunaan cyclone dust collector yang digunakan pada CV. XYZ menyebabkan adanya proses pembongkaran pada proses produksi pakan ternak. Proses pembongkaran tersebut diharuskan karena untuk melakukan proses packing debu yang sudah ditangkap oleh cyclone separator di penampungan dust bin, sehingga menyebabkan kurangnya produktivitas perusahaan.

Untuk mengatasi permasalahan yang sudah dijelaskan di atas, untuk mengoptimalkan produktivitas CV. XYZ dibuat sebuah rancangan cyclone separator usulan pada penelitian sebelumnya. Tujuan dari pembuatan rancangan cyclone separator usulan adalah untuk membuat proses pengumpulan debu hasil produksi pangan ternak yang berterbangan dan pengosongan serbuk yang efektif dan efisien pada proses produksi. Pada penelitian Perancangan Dust Collector Pada Industri Pakan Ternak Menggunakan Metode Reverse Engineering & Redesign di CV. XYZ (Nugroho, 2019), rancangan cyclone separator usulan belum diketahui apakah kinerjanya sudah optimal atau belum. Maka pada penelitian kali ini perlu dilakukan kajian berupa simulasi pada rancangan cyclone separator usulan untuk mengidentifikasi apakah kinerja dari rancangan cyclone separator usulan tersebut sudah optimal atau belum. Tujuan dilakukannya simulasi adalah untuk menggambarkan situasi cyclone separator usulan di dunia nyata yang dilakukan secara matematis lalu mendapatkan kesimpulan dan keputusan yang didapat dari hasil simulasi. Pada penelitian ini, simulasi yang digunakan adalah simulasi computational fluid dynamics (CFD). CFD sendiri merupakan perhitungan yang menghususkan pada ruang yang berisi fluida. Proses perhitungan yang dilakukan oleh CFD adalah dengan melibatkan beberapa parameter yang terlibat. Simulasi dibutuhkan karena simulasi menggambarkan sebuah sistem dan dilakukan uji coba dari sistem tersebut untuk memperkirakan hal-hal yang mungkin terjadi pada kurun waktu tertentu secara CFD.

II. KAJIAN TEORI

A. Cyclone Separator

Cyclone separator adalah sebuah alat yang memiliki sistem sebagai ventilasi yang dapat mengurangi polusi udara yang disebabkan oleh sebuah industri (Karunia, Santoso, & Aditya, 2017). Sistem dari *cyclone separator* sangat sederhana yaitu menghisap partikulat dari ujung *inlet* yang biasanya disambungkan menggunakan selang fleksibel, di dalam *cyclone separator* terjadi proses *vortex* yang dapat memisahkan antara partikulat dan juga gas sehingga partikulat yang bermassa jenis besar akan terhisap dan dialihkan ke bawah ke dalam *bag collector* sedangkan udara bebas dilepaskan ke atas melalui *filter bag*. Beberapa faktor yang mempengaruhi efisiensi dan persentase pemisahan partikel yaitu diameter partikel, massa jenis partikel, dan dimensi *cyclone separator*, serta kecepatan masuk *inlet* (Husairy & Leonada, 2014).

Cyclone separator memiliki dua gaya mekanisme yang mempengaruhi pengumpulan partikulat, yaitu gaya sentrifugal dan gaya gravitasi. Partikulat dan gas yang terhisap akan tertekan ke bawah secara spiral karena bentuk dari *cyclone*. Gaya sentrifugal, dan gaya inersia membuat partikulat terlempar ke luar, lalu membentur dinding sehingga bergerak turun ke dasar *cyclone*. Sedangkan gas bergerak di sepanjang dinding *cyclone* berputar secara spiral lalu bergerak ke bawah seperti angin tornado hingga menyentuh dasar *cyclone* lalu akan bergerak berputar arah dan berlawanan ke pusat *cyclone* lalu bergerak ke atas (Husairy & Leonada, 2014).

B. Computational Fluid Dynamic (CFD)

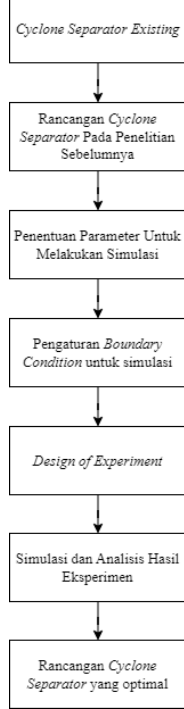
Simulasi CFD terdiri atas tiga komponen inti yakni, *pre-processor*, *solver* dan *post-processor*. *Pre-processor*, merupakan *input* yang diberikan, berupa geometri, pembentukan *grid (mesh)*, penentuan sifat termofisik dan kondisi batas. *Solver*, adalah pemecahan model aliran fluida menggunakan analisis numerik, dengan metode beda hingga, elemen hingga, spectral atau volume hingga, yang merupakan pengembangan dari formulasi beda hingga secara khusus. *Post-processor*, meliputi pengolahan hasil visualisasi dari *solver*, berupa penampilan kecepatan dan suhu fluida, baik dua ataupun tiga dimensi berbentuk vektor, kontur dan bayangan dengan warna tertentu (Versteeg & Malalasekera, 1995). Dalam perkembangan saat ini, para ahli menggunakan pendekatan CFD sebagai alat desain untuk menganalisis atau memprediksi suatu kondisi fluida yang ada di dalam suatu ruangan, seperti kecepatan, temperatur, tekanan, dan lain-lain. Selain cukup sukses dengan bidang teknik akan tetapi juga adanya banyak masalah. Semua permodelan yang dihasilkan adanya indikasi ketidakpastian, sehingga hasil simulasi memerlukan validasi eksperimental membenarkan kehandalan permodelan yang digunakan untuk perhitungan. Strategi ini adalah untuk mengidentifikasi atau menganalisis, mengukur kesalahan dan ketidakpastian melalui perbandingan hasil simulasi dengan data eksperimen (Cehlin & Moshfegh, 2010).

C. Design of Experiment (DOE)

Design of experiment (DOE) adalah metode yang digunakan untuk menganalisis dan menyesuaikan melalui eksperimen fisik, eksperimen simulasi, dan juga kombinasi

kedua eksperimen tersebut. DOE tertuju pada proses perencanaan, perancangan, dan analisis hasil eksperimen yang menghasilkan sebuah kesimpulan yang memiliki nilai valid dan objektif yang efektif serta efisien. DOE memvariasikan berbagai faktor secara bersamaan dan juga terkadang mengubah satu faktor untuk mengusulkan desain eksperimental.

III. METODE



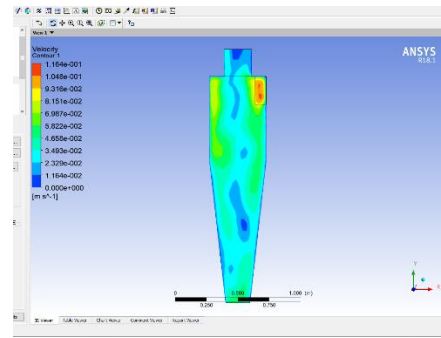
GAMBAR 4 Metodologi Penelitian

Cyclone Separator yang sudah ada menyebabkan kerugian pada perusahaan karena hasil produksi pakan ternak yang menjadi debu berterbangan tidak bisa ditangkap dengan efektif dan menjadi *loss goods*. Lalu dibuatlah sebuah rancangan *Cyclone* pada penelitian (Nugroho, 2019) untuk mengoptimalkan pengumpulan debu hasil produksi. Tetapi rancangan tersebut belum diketahui apakah sudah optimal atau belum, maka dari itu penulis melakukan eksperimen simulasi dengan membuat beberapa desain usulan dengan metode *Design of Experiment* sebagai perbandingan dengan rancangan desain *cyclone* yang sudah ada. Setelah dilakukan simulasi maka akan diketahui apakah *cyclone* yang sudah dirancang sudah optimal atau bahkan desain usulan dari penulis yang lebih optimal.

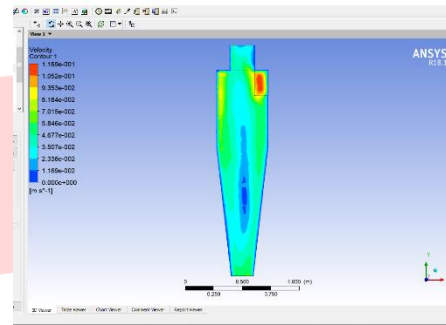
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Eksperimen

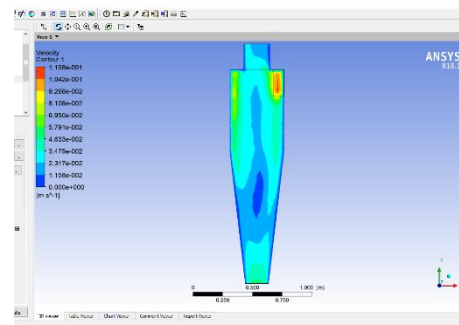
Pada tahapan simulasi eksperimen menghasilkan nilai rata-rata *velocity* dari partikel selama proses CFD yang dijadikan sebagai respon *design of experiment*. *Velocity* adalah laju perubahan kerangka acuan dan fungsi waktu. *Velocity* mengacu pada tingkat di mana objek mengubah posisi dari posisi semula. Dalam hal ini dapat diartikan bahwa perpindahan posisi adalah perpindahan dari posisi awal ke posisi selanjutnya (Saputra, Awaluddin, & Amarrohman, 2015).



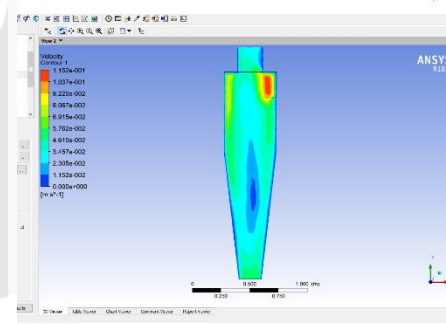
GAMBAR V.1 Contour Plot Velocity Cyclone 1



GAMBAR V.2 Contour Plot Velocity Cyclone 2



GAMBAR V.3 Contour Plot Velocity Cyclone 3



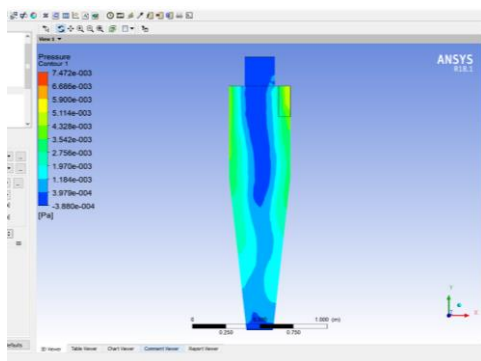
GAMBAR V.4 Contour Plot Velocity Cyclone 4

Data nilai respon setiap faktor dan kombinasi faktor dari simulasi disajikan pada Tabel V.1

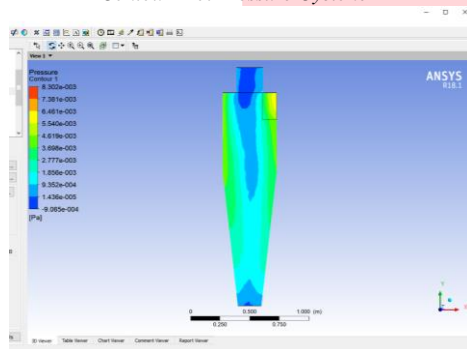
TABEL V.1 Hasil Simulasi Eksperimen

Design No.	Factor		Velocity
	A	B	
1	0	0	0.116448
2	1	0	0.116914
3	0	1	0.115828
4	1	1	0.115249

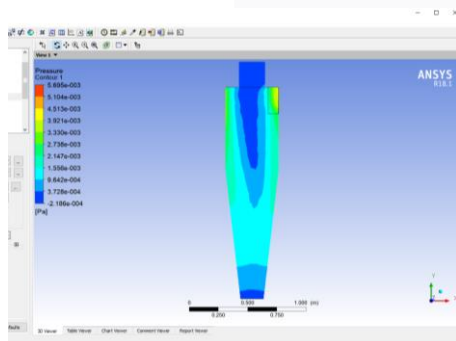
Selain nilai rata-rata *velocity* hasil simulasi eksperimen ini juga menghasilkan nilai *pressure* yang didapat ketika dilakukan proses CFD.



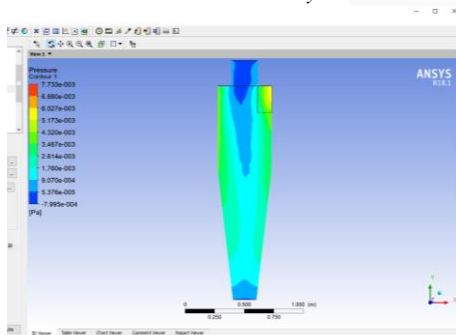
GAMBAR V.5
Contour Plot Pressure Cyclone 1



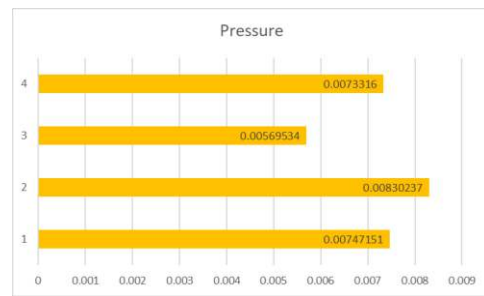
GAMBAR V.6
Contour Plot Pressure Cyclone 2



GAMBAR V.7
Contour Plot Pressure Cyclone 3



GAMBAR V.8
Contour Plot Pressure Cyclone 4



GAMBAR V.9
Nilai *Pressure* Hasil Simulasi Eksperimen

B. Analisis Hasil Eksperimen

Tabel V.1 menampilkan nilai rata-rata *velocity* dari masing-masing rancangan *cyclone separator*. Rancangan *cyclone separator* nomor 2 dengan interaksi faktor A (mengubah ukuran *inlet*) menghasilkan nilai rata-rata *velocity* dan nilai *pressure* maksimal paling rendah yaitu 0.116914 m/s dan 0.00830237 Pa. Hal ini menandakan bahwa selama proses CFD rancangan *cyclone* nomor 2 dengan melakukan proses dengan kecepatan yang paling cepat dan juga memberikan tekanan yang rendah sehingga efisiensi yang dihasilkan tinggi (Nasution & Suhadi, 2020). *Cyclone separator* akan bekerja lebih efektif dan efisien pada *pressure* yang rendah (Sriyono, 2012).



GAMBAR V.10
Rancangan *Cyclone* yang terpilih

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi, desain *cyclone* yang sudah dirancang pada penelitian sebelumnya (Nugroho, 2019) masih belum optimal. Maka dalam penelitian ini dilakukan eksperimen untuk mendapatkan desain *cyclone* yang lebih optimal. *Cyclone* desain nomor 2 terpilih setelah dilakukan eksperimen simulasi menghasilkan nilai *velocity* dan *pressure* yang optimal

REFERENSI

Badan Pusat Statistik. (2017). Statistik Perusahaan Peternak Ternak Besar dan Ternak Kecil.
 Cehlin, M., & Moshfegh, B. (2010). Numerical Modeling of A Complex Diffuser in Room with Displacement Ventilation. *Building and Environment*, 2240-2252.

Pada Gambar V.9 dapat dilihat nilai *pressure* yang didapat.

- Daellenbach, H. G. (1994). *Systems and Decision Making: A Management Science Approach*. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd.
- Diwyanto, K., & Priyanti, A. (2009). Pengembangan Industri Peternakan Berbasis Sumber Daya Lokal. *Pengembangan Inovasi Pertanian*, 208-228.
- Hoover, S. V., & Perry, R. F. (1989). *Simulation: A Problem-Solving Approach*. Prentice Hall.
- Husairy, A., & Leonada, B. D. (2014). Simulasi Pengaruh Variasi Kecepatan Inlet Terhadap Persentase Pemisahan Partikel Pada Cyclone Separator Dengan Menggunakan CFD. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 12-21.
- Karunia, A., Santoso, E., & Aditya, D. (2017). Perancangan Dust Collector System untuk Proses Buffing Aviora. 166-120.
- Nasution, I., & Suhadi, A. (2020). Pengaruh Variasi Dimensi Velocity Air Intake Cyclone Terhadap Unjuk Kerja Dan Emisi Gas Buang Sepeda Motor. *Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, 12.
- Nugroho, A. K. (2019). Perancangan Dust Collector Pada Industri Pakan Ternak Menggunakan Metode Reverse Engineering & Redesign di CV. XYZ.
- Saputra, R., Awaluddin, M., & Amarrohman, F. J. (2015). Perhitungan Velocity Rate Cors GNSS Di Wilayah Pantai Utara Jawa Tengah. *Jurnal Geodesi Undip*, 231-239.
- Simamora, R. J. (2016). Simulasi Antrian Dengan Model M[X]/EM/C . *Jurnal METHODIKA*, 131-138.
- Sriyono. (2012). Analisis dan Pemodelan Cyclone Separator Sebagai Prefilter Debu Karbon Pada Sistem Pemurnian Helium Reaktor RGTT200K. *Prosiding Seminar Nasional ke-18 Teknologi dan Keselamatan PLTN Serta Fasilitas Nuklir*, 217.
- Versteeg, H., & Malalasekera, W. (1995). *An Introduction to Computational Fluid Dynamics The Finite Volume Method*. Longman Sc & Technical. Malaysia: Longman Sc & Technical.