

DESAIN CYCLONE DUST COLLECTOR UNTUK UPAYA MEMPERBAIKI SIRKULASI UDARA DAN MENGURANGI KOROSI PADA AREA PROSES PRODUKSI

Ariella Syifa' Vania dan Luchis Rubianto

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia
syifavania2000@gmail.com ; [luchis_rubianto@yahoo.com]

ABSTRAK

Dalam proses produksi, bahan baku dan kondisi lingkungan akan sangat mempengaruhi kualitas produk maupun peralatan yang ada. Setiap bahan memiliki sifat dan kandungan yang berbeda, ada yang bersifat asam, basa, maupun garam. Dari bahan-bahan yang memiliki sifat berbeda ini akan saling bereaksi dan menyebabkan efek samping, salah satunya korosi. Korosi itu sendiri dapat terjadi akibat kondisi lingkungan yang bersuhu tinggi, kelembapan tinggi, dan juga pengaruh dari bahan baku yang dipakai. Dari proses produksi yang dilakukan di industri, dapat diasumsikan bahwa penyebabnya adalah suhu lingkungan dan kelembapan yang cukup tinggi dan terdapat kandungan garam tinggi pada bahan baku yang kemudian menempel pada peralatan dan menyebabkan korosi. Oleh karena itu, perlu perancangan sistem baru agar dapat mengurangi masalah korosi ini. Berdasarkan penjelasan di atas, penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan rancangan ulang sistem sirkulasi udara agar dapat mengurangi emisi debu yang ada di lingkungan produksi dan dapat mengurangi terjadinya korosi pada peralatan dalam waktu singkat. Dimana dengan adanya *cyclone* ini diharapkan mampu mengurangi debu pada area proses dan mengurangi korosi pada peralatan. Dari data pengamatan dan eksperimen mengenai kandungan bahan dan kondisi lingkungan, dapat digunakan untuk merancang kembali sistem sirkulasi udara agar lebih efektif dan baik. Pada pra rancangan unit *cyclone* kali ini, proses yang digunakan dalam menentukan dimensi *cyclone* adalah *Standard Cyclone Dimensions* yang dikembangkan oleh *Lapple* pada tahun 1940-an. Berdasarkan pra rancangan yang dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa *cyclone* yang dirancang memiliki efisiensi sebesar 100% dengan *cyclone* yang dipasang berjumlah 5. Dari penambahan *cyclone* ini akan memperbaiki sirkulasi udara dan korosi yang ada pada area produksi yang disebabkan oleh debu proses.

Kata kunci: *cyclone dust collector*, dimensi, garam, perkaratan, sirkulasi udara

ABSTRACT

In the production process, raw materials and environmental conditions will greatly influence the quality of the product and existing equipment. Each material has different properties and contents, some are acids, bases or salts. These materials which have different properties will react with each other and cause side effects, one of which is corrosion. Corrosion itself can occur due to environmental conditions of high temperature, high humidity, and also the influence of the raw materials used. From the production process carried out in industry, it can be assumed that the reason is that the environmental temperature and humidity are quite high and there is a high salt content in the raw materials which then sticks to the equipment and causes corrosion. Therefore, it is necessary to design a new system to reduce this corrosion problem. Based on the explanation above, this research aims to obtain a redesign of the air circulation system in order to reduce dust emissions in the production environment and reduce the occurrence of corrosion on equipment in a short time. With this cyclone, it is hoped that it will be able to reduce dust in the process area and reduce corrosion on equipment. From

Corresponding author: Luchis Rubianto

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang

Jl. Soekarno-Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia

E-mail: luchis_rubianto@yahoo.com



observation and experimental data regarding material content and environmental conditions, it can be used to redesign the air circulation system to make it more effective and better. In this pre-planning of the cyclone unit, the process used in determining the cyclone dimensions was Standard Cyclone Dimensions which was developed by Lapple in the 1940s. Based on the pre-planning carried out, it can be concluded that the designed cyclone has an efficiency of 100% with the installed cyclone increasing by 5. The addition of this cyclone will improve air circulation and corrosion in the production area caused by the dust process.

Keywords: cyclone dust collector, dimension, salt, corrosion, air circulation

1. PENDAHULUAN

Saat ini banyak sekali perusahaan yang mengeluarkan produk-produk makanan ringan yang inovatif. Hal ini tidak lepas dari perubahan selera dan keinginan konsumen, jika dibandingkan dengan jajanan yang ada ditahun-tahun sebelumnya. Semakin lama, produk-produk yang ada dipasaran semakin bervariasi, mulai dari bahannya, rasa, warna, hingga aromanya. Ada pula konsumen yang lebih menyukai cita rasa lama, contohnya kacang-kacangan. Indonesia merupakan salah satu negara dengan produksi kacang tanah terbesar dan terbanyak di dunia. Selera masyarakat akan produk olahan kacang tanah juga masih tergolong cukup tinggi. Seperti halnya dengan industri PT X yang mana merupakan industri makanan ringan yang terletak di daerah Pati, Jawa Tengah, yang juga memproduksi olahan kacang tanah. Kacang tanah yang diolah disini menghasilkan 2 varian produk, yaitu varian *original* dan varian bawang. Dari proses olahan kacang tersebut, agar menghasilkan produk yang nikmat, tentunya ada bahan tambahan yang dicampurkan pada saat proses produksinya.

Dari proses produksi yang berjalan dan juga reaksi yang terjadi di antara proses yang sedang berlangsung, tentunya ada dampak yang terjadi. Korosi merupakan salah satu dampak yang dapat terlihat secara jelas dan dapat diklasifikasikan jenisnya berdasarkan penampilan permukaan yang terpapar [1]. Korosi adalah kerusakan atau hilangnya suatu material dan sifat kritisnya karena reaksi kimia, elektrokimia, dan reaksi lain dari permukaan material yang terpapar dengan lingkungan sekitarnya. Lalu ada zat pengotor yang menempel dipermukaan logam, dan juga temperatur yang tinggi. Korosi disebabkan karena banyak hal, yaitu Uap air dan oksigen yang menempel pada permukaan logam, adanya ion negatif juga bisa menyebabkan munculnya korosi, misalnya larutan garam. Adanya kandungan garam atau NaCl dalam air akan mempercepat jalannya laju korosi logam [2].

Dari penelitian terdahulu membuktikan bahwa lingkungan air laut adalah media yang paling korosif. Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Syarief, dkk (2020) telah membuktikan bahwa kandungan garam dapur atau NaCl ternyata dapat mengakibatkan terkikisnya lapisan logam yang disebabkan karena terjadinya proses korosi [3]. Dan jenis korosi yang sering terjadi pada daerah air laut atau daerah yang mengandung garam adalah korosi sumuran [4]. Korosi memiliki laju kecepatan rambatan atau penurunan kualitas bahan terhadap waktunya, yang disebut laju korosi [5]. Kecepatan laju korosi dapat menentukan sifat ketahanan bahan terhadap korosi. Laju pertumbuhan atau perkembangan korosi dapat dihitung menggunakan 2 metode, yaitu metode kehilangan berat, yang mana dilakukan perhitungan berat sebelum dan sesudah material terkena korosi, dan metode elektrokimia, yang mana menggunakan beda potensial objek untuk menentukan laju korosinya [1]. Pada dasarnya jika objek mengalami korosi akan mengalami pengurangan massa juga.

Pengurangan massa ini terjadi karena sampel mengalami proses elektrokimia, dimana terbentuknya karat di dalam air [6]. Jika logam terkena beberapa penyebab yang ada pastinya tingkat korosi akan semakin parah, laju korosinya juga semakin tinggi. Lamanya waktu kontak logam dengan penyebab korosi juga akan menyebabkan semakin meningkatnya laju korosi pada logam [7].

Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya korosi pada logam, yaitu pelapisan dengan cat, metode anoda tumbal (*Sacrificial anode*), dan metode arus terpasang (*impressed current*). Dimana dari tiga metode ini, dua diantaranya memiliki prinsip yang sama yaitu menggabungkan logam yang akan dilindungi dari korosi, dengan logam yang sifatnya lebih tahan korosi. Biasanya menggunakan seng, aluminium, dan lain-lain [6]. Bisa juga menghindari objek berkontak dengan faktor-faktor pemicu terjadinya korosi, yaitu oksigen, air, elektrolit, dan mengupayakan agar permukaan besi tetap rata. Yang mana bisa dilakukan dengan pengamplasan, lalu dilakukan pelapisan dengan cat, plastik, atau bisa juga dengan minyak atau oli [8]. Pelapisan dengan cat ini berfungsi sebagai media anti korosi yang akan melindungi permukaan benda.

Dari penyebab korosi yang telah disebutkan di atas, dan jika dihubungkan dengan keadaan yang ada di industri, dapat disimpulkan korosi disebabkan oleh debu atau kotoran yang menempel pada objek. Dari proses bahan yang digunakan untuk proses produksi yang memiliki kandungan garam dan proses produksi yang menggunakan suhu tinggi, menyebabkan lingkungan menjadi lembab, menjadikan kondisi tersebut sebagai penyebab utama dari korosi yang terjadi. Adanya debu atau kotoran yang berterbangan di area proses juga mengakibatkan sirkulasi pada area proses menjadi kurang baik. Untuk itu perlu ditambahkan alat yang dapat memperbaiki sirkulasi udara atau kualitas udara pada area proses. Yaitu dengan pemasangan *Dust collector*. *Dust collector* merupakan mesin penghisap debu yang mana berfungsi untuk mengurangi dan menghilangkan polusi udara yang terjadi pada proses produksi, yang bisa juga dianggap sebagai sistem ventilasi, dengan dasar kerjanya adalah separator yang memisahkan debu dan udara bersih pada polusi udara yang ada di industri [9]. Pemilihan perancangan *cyclone* ini dilandasi dengan pertimbangan faktor-faktor yang akan bekerja dalam sistem yang akan dirancang. Contohnya kecepatan gas inlet, ukuran partikel, dan *dust loading*, yang mana lebih sesuai dengan karakteristik *cyclone dust collector* [10].

Dari penelitian yang dilakukan sebelumnya mengenai pra rancangan *cyclone* untuk mengurangi debu, mendapatkan hasil akhir yang sesuai dengan yang diharapkan, yaitu memiliki efisiensi *cyclone* yang cukup tinggi, terbukti dapat mengurangi debu dan mengurangi konsentrasi debu yang ter-emisi ke lingkungan [11]. Berdasarkan penjelasan diatas, penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan rancangan ulang sistem sirkulasi udara agar dapat mengurangi emisi debu yang ada di lingkungan produksi dan dapat mengurangi terjadinya korosi pada peralatan dalam waktu singkat.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Berdasarkan pendahuluan yang telah dijabarkan di atas, penelitian ini dilakukan pada suatu perusahaan makanan ringan dengan produk utama adalah olahan kacang tanah yang terletak di daerah Jawa Tengah. Metodologi yang digunakan pada penelitian ini meliputi pengumpulan data dari pengamatan dan eksperimen yang dilakukan secara sederhana.

Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan data hingga mendapatkan hasil perhitungan desain *cyclone*. Metode perhitungan dan desain disesuaikan dengan metode perhitungan yang dikembangkan oleh Lapple (1951) yaitu dengan *Standard Cyclone Dimensions* [12]. Hasil dari pengamatan dan perhitungan akan dijabarkan sebagai berikut :

2.1 Teknik Pengumpulan Data

Pengambilan dan pengumpulan data dilakukan dengan metode observasi yang dilakukan secara langsung dilapangan. Dilakukan juga percobaan laboratorium untuk menambah dan menguatkan data yang ada. Ada juga data-data lain yang didapatkan dari referensi untuk mempermudah perhitungan desain.

Data yang berhasil dikumpulkan meliputi data laju korosi pada area proses, data debu yang dihasilkan dari proses yang berjalan. Dan beberapa percobaan yang dilakukan meliputi percobaan pengukuran partikel debu, dan analisis kadar garam dan kadar air produk. Dari proses percobaan dan observasi didapatkan data sebagai berikut :

- Korosi yang terjadi pada area proses adalah jenis korosi *Pitting/Sumuran*. Dimana untuk pencegahannya dapat dilakukan dengan pengecatan/*coating* dengan menggunakan zat yang agresif [13]. Korosi sumuran ini sulit terdeteksi karena objek tertutup dengan karat yang ada. Karena korosi sumuran ini membentuk lubang-lubang kecil, lama kelamaan dapat mengakibatkan lubang-lubang itu menembus dari satu sisi ke sisi yang lainnya, sehingga semakin lama dapat menyebabkan objek menjadi keropos dan patah [4].
- Hasil perhitungan laju korosi area *Drying* sebesar 0,1872 mm/year
- Hasil perhitungan laju korosi area *Precleaning Washing Cooking* sebesar 0,0265 mm/year
- Hasil analisis kadar garam dalam uap proses sebesar 0,00%
- Hasil pengukuran ukuran debu partikel :

Tabel 1. Hasil Pengukuran partikel sampel debu di area produksi kacang panggang

Sampel	Massa sampel (gram)	Massa Sampel				Lolos mesh 100 (gram)
		Tertahan mesh 16 (gram)	Tertahan mesh 24 (gram)	Tertahan mesh 80 (gram)	Tertahan mesh 100 (gram)	
Hari 1	45,0004	4,3059	0,4773	4,9204	8,9785	26,3183
Hari 2	45,0026	6,3037	1,2849	5,2645	25,7149	6,4346
Hari 3	45,0010	5,9664	1,3969	3,3039	24,8426	9,4912
Rata-rata	45,0013	5,5253	1,0530	4,4963	19,8453	14,0814
		12,28%	2,34%	9,99%	44,10%	31,29%

Didapatkan data arus fluida masuk pada proses produksi yaitu sebagai berikut :

Tabel 2. Data Laju Alir Fluida Masuk Sistem Produksi Kacang Panggang

Senyawa	Laju Alir (kg/jam)	BM	Laju Alir (kmol/jam)	Fraksi Massa	Fraksi mol
H ₂ O	5.740,00	18	318,89	0,07	0,1

N ₂	59.860,00	28	2.137,856	0,73	0,75
O ₂	16.400,00	32	512,5	0,20	0,15
Total	82.000,00		2.969,25	1	1

2.2 Perhitungan Desain Dust Collector

Dari data yang telah didapat digunakan untuk perhitungan desain *dust collector*. Untuk perhitungannya disesuaikan dengan referensi yang telah didapat. Perhitungan didasarkan dari jumlah bahan yang masuk dan ukuran partikel bahan yang akan diproses. Perhitungan dan desain *dust collector* dijabarkan sebagai berikut.

2.2.1. Spesifikasi Fluida Masuk Sistem Produksi

a. Viskositas

Viskositas gas dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\mu = A + BT + CT^2 \quad (1)$$

dengan,

μ = viskositas gas, micropoise

T = suhu gas, K

A, B, C = konstanta

Konstanta A, B, C diperoleh dari buku referensi *Chemical Properties Handbook* diperoleh viskositas fluida masuk sebesar 0,017235 cp [14].

b. Densitas

Densitas gas dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\rho = \frac{P \cdot BM}{R \cdot T} \quad (2)$$

dengan,

ρ = densitas gas, kg/m³

P = tekanan, atm

BM = berat molekul gas, kg/kmol

R = konstanta gas (0,082 L.atm/mol.K)

T = suhu, K

Dengan persamaan di atas, didapatkan densitas gas sebesar 0,9432 kg/m³.

2.2.2. Spesifikasi Padatan Debu

Ukuran = 100 mesh = 0,149 mm = 149 μ m

Fraksi massa = 100 %

Laju alir massa padatan, F_s = 5,20 kg/jam

Densitas padatan debu, ρ_s = 1.440 kg/m³

Laju alir volumetrik = 0,0036 m³/jam

2.2.3 Perancangan Cyclone

a. Menghitung Diameter Cyclone

Menurut Coulson dan Richardson (2005), menyatakan bahwa kecepatan aliran udara masuk *cyclone* (V_i) umumnya berkisar antara 9 sampai 27 m/s dan optimum di kecepatan 15 m/s [15]. Dalam perhitungan perancangan *cyclone* ini dipergunakan kecepatan aliran

udara sebesar 15 m/s. Luas area inlet *cyclone* (A) dan diameter *cyclone* (Dc) dapat dihitung dengan persamaan (3) dan (4) seperti di bawah ini.

$$A = \frac{Q}{V_f} \quad (3)$$

$$Dc = \sqrt{\frac{A}{0,75 \cdot 0,375}} \quad (4)$$

dengan,

A = luas lubang masuk *cyclone*, m²

Q = laju alir volumetrik masuk *cyclone*, m³/s

V_f = kecepatan aliran udara masuk *cyclone*, m/s

Dc = diameter *cyclone*

Perhitungan diameter *cyclone*, didapatkan:

Laju alir volumetrik total umpan, V_T = 86.933,56154 m³/jam

Over design = 20% = 104.320,2738 m³/jam = 28,9778 m³/s

Jumlah *cyclone* (n) = 5 unit paralel

Installed capacity (V_T x 20% / n) = 20.864,0548 m³/jam = 5,7956 m³/s

Kecepatan fluida masuk (V_f) = 15 m/s

$$A = \frac{5,7956 \text{ m}^3/\text{s}}{15 \text{ m/s}} = 0,3864 \text{ m}^2$$

$$Dc = \sqrt{\frac{0,3864}{0,75 \cdot 0,375}} = 1,1721 \text{ m}$$

b. Menghitung *Scaling Factor*

$$d_2 = d_1 \left[\left(\frac{Dc_2}{Dc_1} \right)^3 \times \frac{Q_1}{Q_2} \times \frac{\Delta\rho_1}{\Delta\rho_2} \times \frac{\mu_1}{\mu_2} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

dengan,

d₁ = diameter rata-rata partikel pada kondisi standar (μm). Fig. 10.45a atau 10.45b

d₂ = diameter rata-rata partikel pada kondisi desain (μm)

D_{c1} = diameter standar *cyclone* (0,203 m)

D_{c2} = diameter *cyclone* yang dirancang (m)

Q₁ = *flowrate* standar (669 m³/jam for *high throughput cyclone*)

Q₂ = *flowrate* yang dirancang (m³/jam)

Δρ₁ = beda densitas pada kondisi standar (2.000 kg/m³)

Δρ₂ = beda densitas pada kondisi desain (kg/m³)

μ₁ = viskositas fluida standar (0,018 cp)

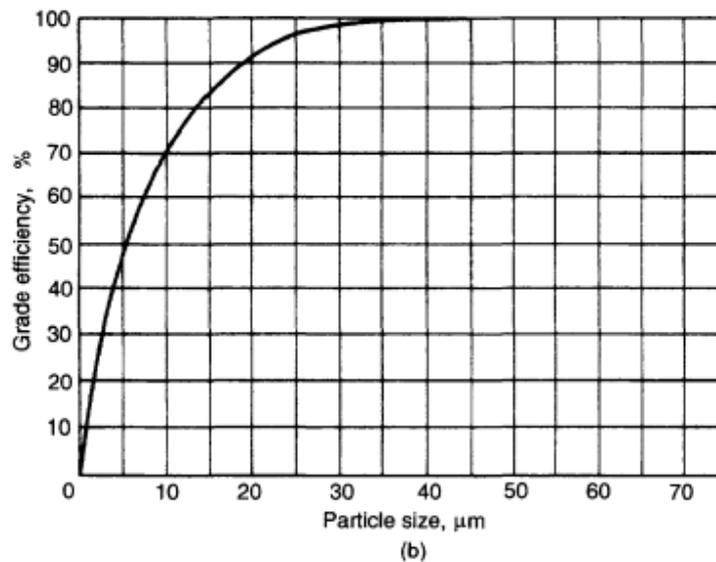
μ₂ = viskositas fluida desain (cp)

$$\text{Scaling factor} = \left[\left(\frac{1,1721}{0,203} \right)^3 \times \frac{669}{20.864,0548} \times \frac{2.000}{1.440} \times \frac{0,0180}{0,017235} \right]^{\frac{1}{2}} = 2,9921$$

Untuk memperoleh perhitungan *performance* digunakan nilai *scaling factor* dan Figure 10.45b buku referensi Chemical Engineering Design (2005) [15]. Diketahui ukuran partikel yang dipisahkan (d₂) pada desain *cyclone* ini adalah 149 μm [15].

$$d_1 = \frac{d_2}{\text{Scaling factor}} = \frac{149 \mu\text{m}}{2,9921} = 49,7980 \mu\text{m}$$

Ukuran partikel standar (d_1) dimasukkan ke dalam Figure 10.45b, didapatkan, desain cyclone yang dirancang akan mampu bekerja dengan efisiensi 100%.



Gambar 1. Figure 10.45b Coulson and Richardson for High Gas Rate Cyclone

c. Menghitung Dimensi Cyclone

Dimensi cyclone dihitung berdasarkan Gambar 1 dan diameter cyclone (D_c). Metode perhitungan dan desain disesuaikan dengan metode perhitungan yang dikembangkan oleh Lapple (1951), yaitu dengan *Standard Cyclone Dimensions* [12].

d. Menghitung Pressure Drop

Pressure Drop dihitung dengan persamaan (6) sebagai berikut :

$$\Delta P = \frac{\rho f}{203} \left(u_1^2 \left[1 + 2\phi^2 \left(\frac{2r_1}{r_c} - 1 \right) \right] + 2u_2^2 \right) \quad (6)$$

dengan,

ΔP = pressure drop, mmbar

ρf = densitas gas, kg/m^3

u_1 = kecepatan masuk area duct, m/s

u_2 = kecepatan keluar area duct, m/s

r_t = jari-jari inlet pemasukan umpan, m

r_e = jari-jari outlet, m

ϕ = faktor dari Fig. 10.47 buku referensi *Chemical Engineering Design (2005)*, fungsi dan r_t/r_e [15]

Untuk mendapatkan nilai ϕ , digunakan persamaan (7) dan (8) sebagai berikut :

$$\psi = f_c \frac{A_s}{A_1} \quad (7)$$

$$\frac{r_t}{r_c} = \frac{D_c - \left(\frac{w}{2}\right)}{H} \quad (8)$$

dengan,

- f_c = friction factor = 0,005 untuk gas
 A_s = surface area exposed to the spinning fluid, m²
 A_1 = area of inlet duct, m²
 D_c = diameter cyclone, m
 W = lebar inlet duct, m
 H = tinggi inlet duct, m

sehingga,

$$A_s = \pi \times 1,1721 \times (1,7581 + 2,9302) = 17,2545 \text{ m}^2$$

$$A_1 = W \times H = 0,4395 \times 0,8791 = 0,3864 \text{ m}^2$$

$$\psi = 0,005 \frac{17,2545}{0,3864} = 0,2233$$

$$\frac{r_t}{r_c} = \frac{(1,1721 - (\frac{0,4395}{2}))}{0,8791} = 1,0833$$

Nilai ψ dan r_t/r_c kemudian digunakan untuk mencari nilai ϕ dengan Gambar [15].

Dari Gambar 2, dengan:

$$\psi = 0,2233$$

$$\frac{r_t}{r_c} = 1,0833$$

Didapatkan, $\phi = 1,1$. Jika,

$$u_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{20.864,0548 \text{ m}^3/\text{jam}}{3.600 \times 0,3864 \text{ m}^2} = 14,9989 \text{ m/s}$$

$$\text{Luas keluaran pipa } (A_2) = \frac{\pi \times 0,8791^2}{4} = 0,6067 \text{ m}^2$$

$$u_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{20.864,0548 \text{ m}^3/\text{jam}}{3.600 \times 0,6067 \text{ m}^2} = 9,5532 \text{ m/s}$$

Maka, nilai *pressure drop* dapat dihitung menggunakan hasil perhitungan di atas.

$$\Delta P = \frac{0,9432}{203} \times (14,9989^2 \times [1 + 2 \times 1,1^2(2 \times 1,0833 - 1)] + 2 \times 9,5532^2)$$

$$\Delta P = 4,8447 \text{ mbar} = 49,4026 \text{ mm H}_2\text{O} = 1,9465 \text{ in H}_2\text{O}$$

Pressure drop harus bernilai antara 10-70 mm H₂O atau < 9 in H₂O, sehingga nilai *cyclone* yang dirancang telah memenuhi syarat.

e. Perhitungan *Number of Effective Turns*

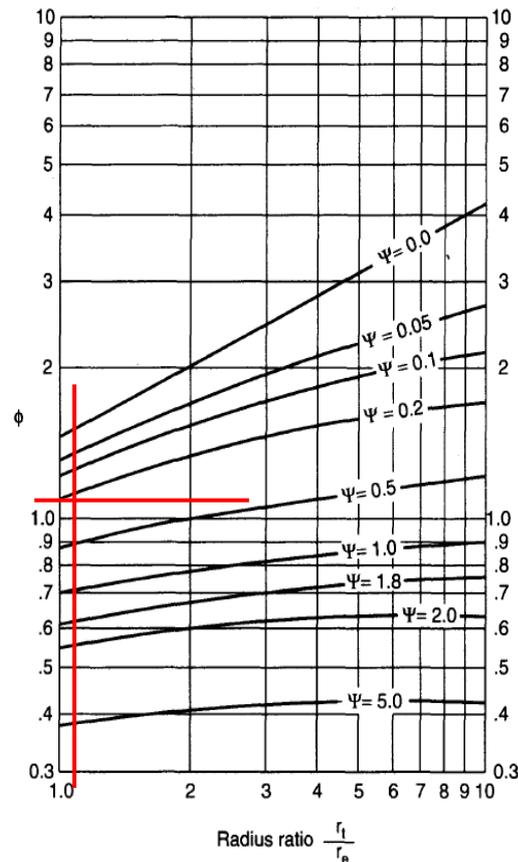
Number of effective turns dihitung dengan persamaan (9) seperti pada buku Fluid and Particles Mechanics (1951) sebagai berikut [12]:

$$N_e = \frac{1}{H_c} \left(L_c + \frac{Z_c}{2} \right) \quad (9)$$

dengan,

- N_e = number of effective turns
 H_c = tinggi inlet duct, m = 0,8791 m

Lc = panjang *body barrel*, m = 2,9302 m
 Zc = *vertical length of cone body*, m = 1,7581 m



Gambar 2. Cyclone Pressure Drop Factor Chemical Engineering Design

Sehingga didapat,

$$N_e = \frac{1}{0,8791} \left(2,9302 + \frac{1,7581}{2} \right) = 4,3331$$

f. Perhitungan D_{50}

Nilai D_{50} dihitung dengan persamaan (10) sebagai berikut :

$$D_{50} = \sqrt{\frac{9 \times \mu \times B_c}{2 \times \pi \times N_e \times v_c \times (\rho_s - \rho)}} \tag{10}$$

dengan,

D_{50} = diameter minimum partikel jika efisiensi *cyclone* 50%
 μ = viskositas gas, lb/ft/s = 0,0000115 lb/ft/s
 B_c = lebar *inlet duct*, ft = 1,4420 ft
 N_e = *number of effective turns* = 4,3331
 v_c = kecepatan gas, fps = 49,2120 fps
 ρ_s = berat jenis partikel, lb/ft³ = 89,8992 lb/ft³
 ρ = berat jenis gas, lb/ft³ = 0,0589 lb/ft³

Sehingga didapat,

$$D_{50} = \sqrt{\frac{9 \times 0,0000115 \times 1,4420}{2 \times 3,14 \times 4,3331 \times 49,2120 \times (89,8992 - 0,0589)}}$$

$$D_{50} = 0,0000352 \text{ ft} = 0,0107 \text{ mm} = 10,7341 \mu\text{m}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan data yang diperoleh maka dapat ditentukan dimensi cyclone berdasarkan rasio dimensi terhadap diameter cyclone, sebagai berikut :

Tabel 3. Dimensi *Cyclone*

Dimensi	Kode	Ukuran Standar Cyclone	Hasil Pengukuran (m)
Diameter	(Dc)	1 Dc	1,1721
Tinggi <i>inlet duct</i>	(H)	0,75 Dc	0,8791
Lebar <i>inlet duct</i>	(W)	0,375 Dc	0,4395
Diameter pipa keluar gas	(De)	0,75 Dc	0,8791
Diameter pipa keluar padatan	(Jc)	0,375 Dc	0,4395
Panjang Zona Tangensial	(Zc)	1,5 Dc	1,7581
Panjang Zona <i>Conical</i>	(Lc)	2,5 Dc	2,9302
Panjang <i>Vortex Finder</i>	(Sc)	0,875 Dc	1,0256

Pada pra rancangan unit *cyclone* kali ini, proses yang digunakan dalam menentukan dimensi *cyclone* adalah *Classical Cyclone Design* (CCD) yang dikembangkan oleh *Lapple* pada awal tahun 1950-an. Dimensi model CCD ini dianggap sebagai metode standar yang sering kali digunakan oleh *engineering*. Jenis *cyclone* yang didesain dengan ini adalah *high-throughput cyclone*, yang mana jenis ini mendukung untuk pemisahan partikel yang berukuran lebih besar dari 20 μm . Sedangkan pada kondisi yang ada di industri, ukuran partikel mencapai 100 *mesh* atau setara dengan 149 μm .

Dari hasil perhitungan, parameter lain yang paling penting untuk mendesain *cyclone* sebagai separator adalah *cut diameter point*, *pressure drop*, dan *overall collection efficiency*. *Cut diameter point* adalah diameter terkecil partikel yang dapat dipisahkan dengan efisiensi *cyclone* 50%. Dan pada perhitungan yang telah dirancang, nilai D_{50} atau *cut diameter pointnya* sebesar 10,7341 μm , sehingga untuk debu atau partikulat yang ukurannya kurang dari 10,7341 μm akan memiliki efisiensi di bawah 50% dalam *cyclone*. *Pressure drop* adalah perbedaan tekanan yang terjadi didalam sistem *cyclone*, *pressure drop* yang diperoleh dari hasil perhitungan sebesar 4,8447 mbar, atau sama dengan 484,470 Pa. Berdasarkan pengamatan dan percobaan perhitungan secara teoritis di atas, didapatkan rancangan desain daripada *cyclone dust collector*. Untuk perancangannya menggunakan 5 rangkaian *cyclone dust collector* yang disusun paraleldengan laju alir massa padatnya sebesar 5,20 kg/jam.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Riadi dan Adiatama (2019), yang mana mendesain *cyclone* dengan laju debu yang terbuang sekitar 15,96 kg/jam [11]. Dari perhitungan yang dilakukan menggunakan metode yang sama yaitu *Classical Cyclone Dimensions*, didapatkan desain *cyclone* dengan efisiensi sebesar 89% dan telah di lakukan

percobaan padanya. Dari percobaan yang dilakukan, *cyclone* yang dirancang ini mampu mengurangi konsentrasi emisi debu yang terbuang ke lingkungan hingga 8,7 kg/jam.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pengamatan yang dilakukan dilapangan dan percobaan serta perhitungan yang dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa korosi banyak terjadi pada area proses disebabkan karena banyaknya debu proses mengandung garam cukup tinggi yang tersebar disekitaran area proses. Hal itu menyebabkan alat alat pada area tersebut mengalami korosi. Dari hasil pengamatan dan perhitungan juga didapatkan data bahwa ukuran partikel debu yang mendominasi adalah ukuran 100 mesh atau 0,149 mm atau 149 μ m. Untuk mengatasi permasalahan, dilakukan perancangan *cyclone dust collector* dengan beberapa pertimbangan, yaitu : dapat mengontrol beberapa macam polutan, tidak membutuhkan tambahan air untuk proses pemisahan ataupun pengumpulan debunya, dan penggunaan *cyclone* ini prosesnya kering, dan buangnya juga kering (dry process, dry waste). Berdasarkan data yang ada dilapangan mengenai jumlah debu yang dihasilkan, diperkirakan *cyclone* yang perlu dipasang sebanyak 5 rangkaian *cyclone*, dengan rancangan paralel agar lebih efisien. Dan diharapkan bisa memiliki efisiensi disekitar 100% seperti hasil yang telah diperhitungkan. Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu, yang mana dengan permasalahan yang sama mengenai debu urea, dengan metode yang sama yaitu metode *lapple*, memiliki efisiensi *cyclone* sebesar 89%. Dan sudah terbukti dapat mengurangi debu urea dan mengurangi konsentrasi urea yang teremisi ke lingkungan[11]

Saran untuk penelitian selanjutnya diharapkan dengan instalasi pemasangan *cyclone dust collector* ini dapat mengatasi permasalahan sirkulasi udara yang buruk pada area proses dan dapat mengurangi penyebab korosi yang terjadi pada peralatan terutama pada area *drying* dan dapat bekerja secara maksimal. Serta menyarankan untuk penelitian berikutnya agar lebih memperhatikan keadaan aktual sesuai dengan kondisi yang ada di lapangan.

REFERENSI

- [1] M. Tampubolon, R. G. Gultom, L. Siagian, P. Lumbangaol, dan C. Manurung, "Laju Korosi Pada Baja Karbon Sedang Akibat Proses Pencelupan Pada Larutan Asam Sulfat (H₂SO₄) dan Asam Klorida (HCl) dengan Waktu Bervariasi," *SJoME*, vol. 2, no. 1, hal. 1–9, 2020.
- [2] A. S. Ispandriatno dan R. Krisnaputra, "Ketahanan Korosi Baja Ringan Di Lingkungan Air Laut," *Jurnal Material Teknologi Proses*, vol.1, no. 1, hal. 1-7, 2015.
- [3] A. Syarief, D. Dali, dan M. N. Ramadhan, "Pengaruh Perendaman Dengan Larutan NaCl Terhadap Laju Korosi dan Kekerasan Variasi Kampuh Las Spesimen Uji Tekan Baja S45C," *Elemen : Jurnal Teknik Mesin*, vol. 7, no. 2, hal. 167–171, 2020.
- [4] Windarta, "Pengaruh Jenis Media Korosif Terhadap Laju Korosi Besi Cor Kelabu," *Sintek Jurusan Teknik Mesin*, vol. 8, no. 2, hal. 1-6, 2014.
- [5] Y. K. Afanfi, I. S. Arief, dan Amiadji, "Analisa Laju Korosi pada Pelat Baja Karbon dengan Variasi Ketebalan Coating," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 4, hal. 1–5, 2015.
- [6] A. P. Gurum, S. A. Ayu, D. Rahmayanti, dan E. M. Nindy, "Perhitungan Laju Korosi di dalam Larutan Air Laut dan Air Garam 3% pada Paku dan Besi ASTM A36," Lampung.

- [7] K. J. Pattireuw, F. A. Rauf, dan R. Lumintang, "Analisis Laju Korosi Pada Baja Karbon Dengan Menggunakan Air Laut dan H₂SO₄," hal. 1–10, 2013.
- [8] T. Natasya, M. Embun Khairafah, M. S. B. Sembiring, dan L. N. Hutabarat, "Corrosion Factors on Nail," *Indonesian Journal of Chemical Science and Technology*, vol. 5, no. 1, hal. 1–4, 2022.
- [9] M. Johansyah, Amir, dan Y. Randy, "Pembuatan Dust Collector Untuk Tangki Penyimpanan NIBS Di PTY," *Motor Bakar: Jurnal Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Tangerang*, vol. 5, no. 1, hal. 1–5, 2021.
- [10] F. Rahmawati, B. Prasetyo Samadikun, dan M. Hadiwidodo, "Jurnal Presipitasi Performance Evaluation of Cyclone Particulate Controller and Wet Scrubber Unit in Paper Mill 7/8 PT Pura Nusapersada Kudus," *Jurnal Presipitasi Teknik Lingkungan*, vol. 17, no. 2, hal. 144–153, 2020.
- [11] A. L. P. Riadi dan I. Adhitama, "Pra Rancangan Cyclone Sebagai Upaya Mengurangi Debu Urea Prilling Tower di Pabrik-3 P.T Pupuk Kalimantan Timur (Studi Kasus Praktik Kerja Lapang (PKL) Di PT Pupuk Kalimantan Timur," *Prosiding Seminar Nasional Teknologi V*, hal. 1–8, 2019.
- [12] C. E. Lapple, *Fluid and Particle Mechanics*. 1951.
- [13] B. Utomo, "Jenis Korosi dan Penanggulangannya," *KAPAL*, vol. 6, no. 2, hal. 1–4, 2009.
- [14] C. L. Yaws, *Yaws Chemical Properties Handbook*. 1999.
- [15] Coulson dan Richardson's, *Chemical Engineering Design*, Fourth., vol. 6. 2005.