



Perancangan Bag Filter Tipe Pulse - Jet Cleaning Di Reject Clinker Lhoknga Plant

Ali Maulana Putra^{1*}, R Grenny Sudarmawan¹, dan Romi Hariawan²

¹Program Studi Rekayasa Industri semen, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. Dr. G.A Siwabessy, Kampus Baru UI, Depok, 16425

²Departemen Maintenance, PT Solusi Bangun Andalas Tbk. Lhoknga Plant, Jl. Banda Aceh - Meulaboh Km 16.5, Aceh Besar, Aceh, 23353

Abstrak

Dalam pembuatan semen portland, clinker merupakan bahan utama yang merupakan bahan padat yang dihasilkan dari proses pembakaran dalam kiln, clinker ditransportasikan menggunakan bucket elevator dan belt conveyor menuju ke proses penghalusan clinker di semen mill. Namun pada saat clinker silo penuh atau clinker tidak masuk ke dalam standar maka clinker akan di keluarkan melalui pipa reject clinker silo, sehingga clinker bergesekan dengan permukaan tanah dan menimbulkan debu yang sangat pekat. Bag filter harus dipasang pada area clinker silo agar area berdebu dapat diminimalkan. Bag filter merupakan alat pengumpul debu dengan cara menghisap debu yang timbul saat proses produksi. Bag filter menggunakan fan sebagai tenaga penghisap dan bag cloth sebagai media penangkap debu. Bag filter tipe pulse jet cleaning memakai udara bertekanan untuk pembersihan debu yang tertangkap pada bag cloth. Disain bag filter yang dirancang mengacu pada guideline HGRS (Holcim Group Regional Support). Kapasitas bag filter menyesuaikan jenis dan dimensi alat transport.

Kata-kata kunci: Clinker, Perancangan, Bag Filter, Pulse Jet

Abstract

In the manufacture of portland cement, clinker is the main ingredient which is a solid material produced from the combustion process in the kiln, a clinker which is transported using an elevator bucket and a conveyor belt leading to the clinker refining process on the cement mill. However, when the clinker silo is full or the clinker does not enter the standard, the clinker will be removed through the silo reject clinker pipe, so that the clinker rubs against the surface of the soil and creates very thick dust. The filter bag must be installed in the silo clinker area so that the dusty area can be minimized. Filter bag is a dedusting equipment by sucking dust that occurs during the production process. Bag filters use a fan as a suction power and bag cloth as a dust capture media. The pulse jet type filter bag uses pressurized air to clean the dust caught on the bag cloth. Filter bag designs are designed to refer to the HGRS guidelines (Holcim Group Regional Support). The capacity of the filter bag adapts the type and dimensions of the transport device.

Keywords: Clinker, Designed, Bag Filter, Pulse Jet

1. PENDAHULUAN

Clinker merupakan bahan utama dalam pembuatan semen. Clinker diperoleh dari hasil proses calsinasi pada rotary kiln dengan temperatur 1800 °C - 1850 °C, setelah melewati proses calsinasi selanjutnya clinker akan diturunkan dari suhu 1450 °C sampai clinker bersuhu 90 - 120 °C pada cooler dan kemudian akan dipecahkan oleh hammer cooler sampai bongkahan hancur menjadi butiran-butiran clinker, setelah clinker berbentuk butiran

* Corresponding author E-mail address: ali.maulanaputra.tm16@mhs.w.pnj.ac.id

dan ber suhu 100 °C *clinker* akan dimasukkan ke dalam *silo clinker* dengan menggunakan *bucket elevator*. Pada saat proses *transport clinker* dari *chain bucket* ke *bucket elevator* terjadi benturan dan gesekan antara material *clinker* dengan *lining bucket*, akibat dari benturan dan gesekan menimbulkan debu yang sangat pekat yang dapat menimbulkan polusi udara dan juga dapat merusak komponen alat di area sekitar, sehingga pada saat proses *reject clinker* harus ada alat yang memungkinkan debu – debu pada udara tersebut dapat dipisahkan, sehingga aman untuk dilepaskan ke udara bebas dan tidak menimbulkan polusi.

Dalam produksi semen memiliki potensi bahaya yang tinggi apabila tidak dikelola dengan baik. Diperlukan berbagai alat untuk penanganannya, baik operasional maupun dampak bagi lingkungan. Dimulai dari persiapan bahan baku hingga semen siap untuk dipasarkan ke konsumen, kebisingan dan debu yang timbul tidak dapat dihindari pada saat proses produksi, namun masalah ini harus ditangani dengan baik. Mengantisipasi supaya debu semen tidak menimbulkan masalah menjadi hal yang sangat penting, karena setiap debu semen yang keluar dari sistem merupakan biaya yang hilang dan menyebabkan polusi udara. Beberapa dampak yang dapat ditimbulkan akibat debu *clinker* yang keluar saat proses *reject clinker* material adalah :

1. Pemanfaatan semen yang tidak efektif dan maksimal
2. Biaya untuk perawatan alat dan pembersihan akibat debu
3. Menimbulkan pencemaran udara pada area silo *clinker*

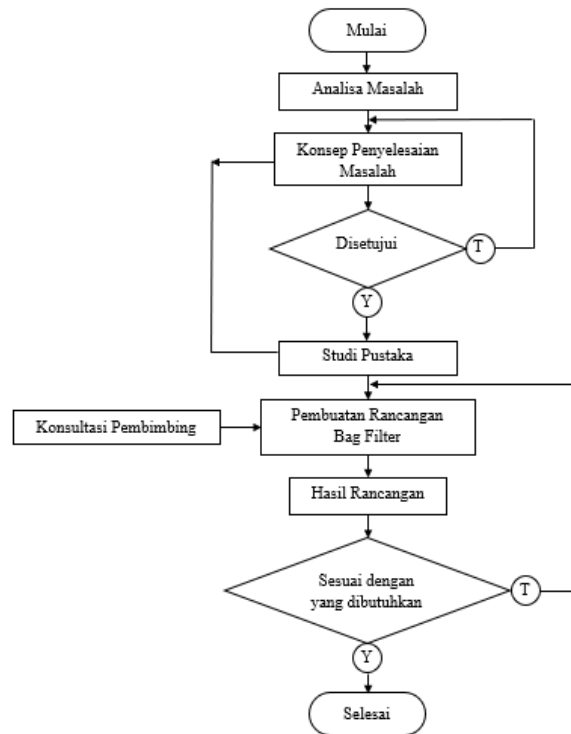
Makalah ini bertujuan untuk merancang *bag filter* pada area *reject clinker silo* Lhoknga *plant* agar debu *clinker* yang keluar saat proses *reject clinker* material tidak berterbangan mencemari lingkungan dan merusak alat atau komponen pada area *clinker silo*.

2. METODE

Berdasarkan Gambar 1, maka berikut adalah metode yang kami gunakan. Pertama melakukan analisa masalah. Dari hasil identifikasi masalah, didapatkan adanya debu *clinker* yang keluar dari alat *reject clinker* pada saat proses *reject clinker* dilakukan. Selain menimbulkan pencemaran udara, debu *clinker* juga dapat merusak alat dan mesin yang terdapat pada area sekitar sehingga *life time* alat maupun mesin lebih singkat, maka identifikasi masalah pada area *reject clinker* adalah tidak tersedianya alat *dust collector* pada area tersebut. Sumber masalah diperoleh melalui observasi di lapangan, Setelah masalah didapatkan, maka perlu adanya penyelesaian masalah. Penyelesaian masalah dilakukan dengan cara melakukan diskusi dengan pembimbing di lapangan maupun dengan para karyawan. Dari hasil diskusi tersebut, didapatkan hasil bagaimana cara meminimalisir bahwa adanya debu *clinker* yang keluar dari sistem pada saat proses *reject clinker* dengan cara membuat *bag filter*. *Bag filter* dirancang agar debu *clinker* dapat dihisap oleh *bag filter* sehingga tidak menimbulkan masalah.

Untuk mendapatkan hasil rancangan yang akurat dan sesuai dengan yang diharapkan, perlu dilakukannya tinjauan pada studi pustaka. Studi pustaka harus memiliki asal usul yang jelas, baik itu berasal dari buku, jurnal, maupun internet. *Literatur* memuat referensi berupa teori-teori yang berhubungan dengan perancangan yang akan dilakukan. Referensi yang dibutuhkan berkaitan dengan perhitungan dan acuan standar *bag house*, *tube sheet*, *hooper*, *duct*, *flange*, *venting hood*, dan *airlock system* semua mengacu kepada standar HGRS 2007 PT. Holcim Indonesia Tbk [1].

Setelah menentukan dimensi dari masing-masing komponen yang digunakan, kemudian dilakukan perancangan *bag filter* pada aplikasi *solidworks*. Pada proses perancangan penulis akan melakukan diskusi terkait spesifikasi material *bag filter* dan disain rancangan yang digambar dengan pembimbing lapangan. Pada perancangan *bag filter* ini penulis mengambil acuan DC11 yaitu *bag filter* yang terdapat pada alat *clinker transport*, untuk menghindari pemesanan alat baru pada pabrik semen Lhoknga *plant*. Terakhir dari hasil rancangan dilakukan penilaian dan pengamatan pada hasil rancangan. Penilaian dilakukan di PT. Holcim Indonesia Tbk. Jika rancangan yang dibuat dalam penilaian tidak sesuai dengan standar yang dibutuhkan atau gagal maka proses perancangan dilakukan kembali dari pembuatan rancangan *bag filter*.

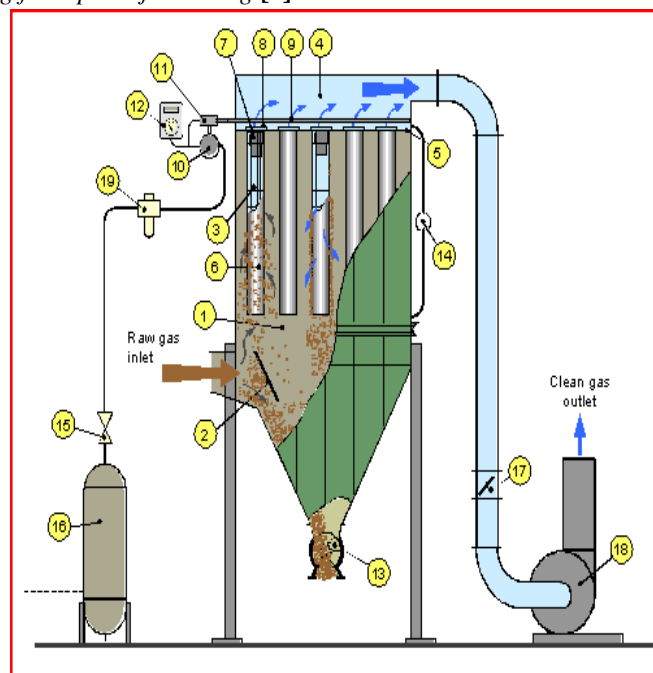


Gambar 1. Diagram alir metode perancangan bag filter

3. ANALISIS RANCANGAN

Analisa rancangan dalam pembuatan *bag filter* adalah perhitungan dan disain dari rancangan *bag filter*. Berikut adalah proses analisis rancangannya. Analisis Disain Bag filter

Berikut adalah disain dan bagian – bagian yang ada pada *bag filter* tipe *pulse jet cleaning*, seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Disain *bag filter pulse jet clening* [4].



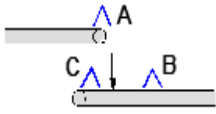
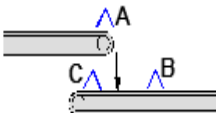
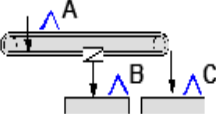
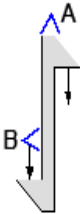
Gambar 2. Disain bag filter pulse jet clening [4].

1. **Bag Housing.** *Bag housing* merupakan tempat *bag cloth* berada, terbuat dari *steel plate* tebal 5 mm dengan ukuran 3290 x 2110 mm dihitung berdasarkan luas *tube sheet* dan tinggi 2200 mm dihitung berdasarkan standar HGRS. PT. Holcim Indonesia Tbk.
2. **Diffuser.** *Diffuser* berfungsi untuk membuat sebagian debu jatuh ke *hopper* karena benturan udara ke permukaan *diffuser*, dengan ukuran panjang dan lebar 500 mm menggunakan *plate* 5 mm standar yang biasa digunakan di Lhoknga *plant*.
3. **Bag Cage.** Ukuran 130 x 2490 mm dihitung dari acuan ukuran *bag cloth* sesuai standar HGRS. PT. Holcim Indonesia Tbk.
4. **Cleain Air Outlet (Plenum).** Ukuran panjang 3290 mm, lebar 2110 mm, dan tinggi 300 mm, yang merupakan tempat udara bersih hasil penyaringan *bag filter* yang akan dikeluarkan melalui hisapan *fan*.
5. **Tube Sheet.** *Tubesheet* adalah lembaran *plate* besi berlubang yang berfungsi untuk tempat pemasangan *bag cloth*. Lubang pada *tubesheet* tidak boleh lebih besar dari diameter luar *bag cloth* karena jika lubang terlalu besar maka udara kotor bisa lolos ke sisi *plenum*. Diameter lubang 130 mm dengan total 128 lubang.
6. **Bag Cloth.** *Bag cloth* adalah bagian yang berfungsi sebagai media penangkap debu. *Bag cloth* yang digunakan berbahan *polyester* atau PE550P, 130x2480 mm. Jenis bag ini dipakai agar menghindari pemesanan barang baru pada perusahaan.
7. **Venturi.** *Venturi* terletak pada bagian atas *bag filter* (bagian keluaranya udara dari silinder filter). Fungsinya adalah mengarahkan udara *pulse jet* pembersih *filter*, untuk ukuranya *venturi* mengikuti dimensi dari *bag cage* yang digunakan.
8. **Lockingring.** berupa *plate* setebal 1,5 mm dengan bolong sesuai diameter baut pada tengahnya. Fungsi *lockingring* sebagai pengikat antara *filter cage* satu dan *filter cage* lainnya.
9. **Blowpipe.** Adalah media untuk mengalirkan udara bertekanan dari *compressed air tank* ke dalam *bag house plenum* saat proses *cleaining* debu yang menempel pada *bag cloth*. Ukuran *steel pipe* yang digunakan yaitu *steel pipe* 2 inch, bahan yang biasa digunakan pada *bag filter* lainnya.
10. **Header.** Adalah bagian yang berfungsi untuk mengumpulkan udara sehingga tekanan pada udara naik sampai cukup melakukan *purging*. Kapasitas udara saat *purging* pada *bag filter* ini yaitu 4 - 6 bar sesuai standar HGRS. PT. Holcim Indonesia Tbk.
11. **Diaphragm Pulse Valve.** Komponen yang berfungsi sebagai penahan angin agar tidak bocor saat proses *purging* selesai dilakukan. *Diaphragm* yang digunakan G 1 1/2" Asco 24v untuk menghindari pemesanan jenis baru.
12. **Pulse Control Timer.** Adalah alat yang berfungsi sebagai pengatur waktu saat *purging*.
13. **Rotary Valve.** Fungsi *Rotary Air Lock* adalah untuk pembuangan debu yang tertampung di *hopper*, walaupun berputar tetapi udara tidak dapat masuk/keluar dari dalam *bag filter*. *Rotary valve* yang digunakan mempunyai ukuran 300 x 300 mm sesuai standar HGRS. PT. Holcim Indonesia Tbk.
14. **Differential Pressure Gauge.** Adalah alat ukur yang berfungsi mengukur perbedaan *pressure* antara *bag house* dan *plenum*.
15. **Closing Valve.** Adalah komponen yang berfungsi sebagai pemutus aliran udara dari *compressed air bin* ke *bag filter* disaat melakukan *maintenance*.
16. **Compressed Air Bin.** Adalah bejana bertekanan yang menampung udara dari *compressor*.
17. **Regulation Damper Valve.** *Damper valve* adalah komponen pada *bag filter* yang berfungsi mengatur volume hisapan dari *fan*.
18. **Fan.** *Fan* adalah kipas udara *sentrifugal* yang digerakkan oleh motor listrik, *equipment* ini berfungsi menghisap udara polusi dari proses ke *bag filter*.
19. **Purge Unit With Hand Reducer and Filter Set.** Adalah alat yang berfungsi sebagai penyaring udara sebelum udara masuk ke *header*.

Analisis Perancangan Kapasitas Bag Filter dan Fan

Analisis perhitungan perancangan *bag filter* dengan mengukur dimensi dari alat transpor yang dipakai yaitu *chain bucket*, dari hasil pengukuran didapatkan lebar *bucket* adalah 1010 mm. Berdasarkan *table* dibawah penentuan kapasitas *bag filter*, didapatkan kapasitas *bag filter* pada *chain bucket* untuk titik hisap B adalah 2525 m³/h dan titik hisap C adalah 1010 m³/h. Hasil tersebut dijumlahkan untuk mendapatkan kapasitas total menjadi 3535 m³/h dan ditambahkan nilai titik hisap 2525 m³/h untuk titik hisap B1 dikareanakan permintaan dari pembimbing lapangan. Besarnya kapasitas tersebut dilakukan penjumlahan menjadi 6060 m³/h. Dibulatkan menjadi 6100 m³/h sebagai batas aman kapasitas pada perancangan *bag filter* ini, dari hasil pembulatan titik hisap B, B1 dan C menjadi 6100 m³/h, maka didapat kapasitas total dari *bag filter*.

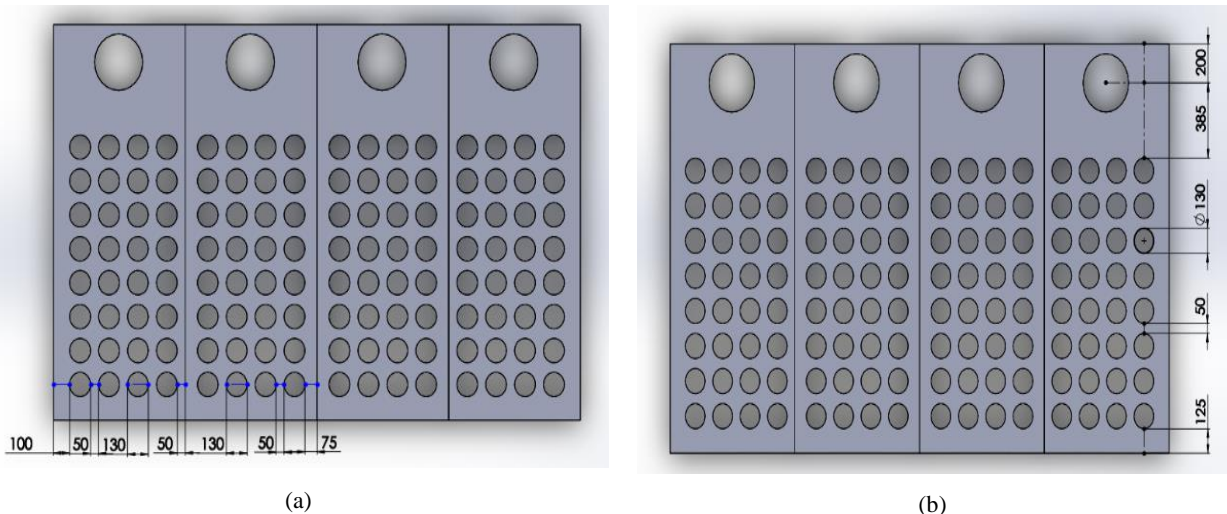
Tabel 1. Jenis alat transport material beserta kapasitas bag filter yang dibutuhkan [1]

MACHINE UNIT	SIZE (mm)	m ³ /h	DETAILS / REMARKS				
			A	B	C		
BELT CONVEYORS 	650	4250	1500	1750	1000	m ³ /h	
	850	5250	2000	2250	1000		
	1000	6500	2500	2750	1250		
	1200	7750	3000	3250	1500		
	1400	8750	3500	3750	1500		
	1600	10'000	4000	4250	1750		
APRON CONVEYORS 	800	6500	3500	2000	1000	m ³ /h	
	1000	7500	4000	2500	1000		
	1200	8750	4500	3000	1250		
	1400	9750	5000	3500	1500		
	1600	10'000	5500	4000	1500		
PIVOTING PAN APRON CONV. 	800		2500	9000	9000	m ³ /h	
	1000		3000	10'000	10'000		
	1200		3500	11'000	11'000		
	1400		4000	12'000	12'000		
BUCKET ELEVATORS 			CHAIN m ³ /h		BELT m ³ /h		m ³ /h
			A	B	A	B	
	400		1250	1000	2000	1000	
	500		1500	1000	2250	1000	
	630		2000	1250	2500	1250	
	800		2500	1250	3000	1250	
	1000		3000	1500	3500	1500	
1250		3500	1500	4500	1500		
1600		4000	1500	6000	1500		

Dari hasil Analisa perancangan *bag filter* didapatkan nilai kapasitas *bag filter* 6100 m³/h sehingga dapat ditentukan nilai kapasitas *fan*. Untuk kapasitas *fan* harus lebih besar dari kapasitas yang dibutuhkan *bag filter* yaitu sebesar 15% [1]. Dari nilai kapasitas *bag filter* 6100 m³/h maka didapat hasil 7015 m³/h, dikarenakan *fan* dengan kapasitas 7015 m³/h tidak tersedia, sehingga dipilih *fan* dengan kapasitas lebih besar yaitu 7200 m³/h.

Analisis Luasan Area Tubesheet

Penentuan luas area *tubesheet* dilakukan dengan menghitung panjang dan lebar *tubesheet*. Panjang dan lebar dapat diketahui dari penjumlahan diameter lubang pada *tubesheet*, jarak antar lubang dan jarak sisi terluar lubang terhadap tepian *tubesheet*. Gambar dibawah ini merupakan metode pengukuran panjang *tubesheet*.



Gambar 3. Panjang tubesheet gambar (a). Gambar (b) menunjukkan lebar tubesheet

Penentuan Panjang Area Tubesheet

$$\begin{aligned} \text{jarak sisi Panjang 1 tubesheet} &= (75 \times 2) + (130 \times 4) + (50 \times 3) \\ &= 820 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang tubesheet all} &= 820 \text{ mm} \times 4 \\ &= 3280 \text{ mm} \sim 3,280 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi panjang tubesheet yang dirancang adalah 3,280 m.

Penentuan Lebar Area Tubesheet

$$\begin{aligned} \text{Lebar tubesheet} &= (130 \times 8) + (50 \times 7) + 125 + 385 + 200 \\ &= 2100 \text{ mm} \sim 2,10 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi lebar tubesheet yang dirancang adalah 2,10 m.

Analisis Perhitungan Mencari Dimensi Flange

Berikut ini merupakan perhitungan untuk mencari dimensi *flange* menurut R.S. Khurmi [2].
Mencari dimensi *flange* untuk *duct* diameter 16 inch

- Nominal dari diameter baut ;

$$\begin{aligned} d &= 0,75 t + 10 \\ d &= 0,75 (3) + 10 \\ d &= 12,25 \text{ mm} \end{aligned}$$
- Jumlah baut yang akan digunakan ;

$$\begin{aligned} n &= 0,0275 D + 1,6 \\ n &= 0,0275 (406) + 1,6 \\ n &= 12,76 \\ n &= 15 \text{ baut} \end{aligned}$$
- Ketebalan *flange* ;

$$\begin{aligned} t_f &= 1,5 t + 3 \\ t_f &= 1,5 (3) + 3 \\ t_f &= 7,5 \text{ mm} \\ t_f &= 10 \text{ mm} \end{aligned}$$
- Width *flange* atau lebar *flange* ;

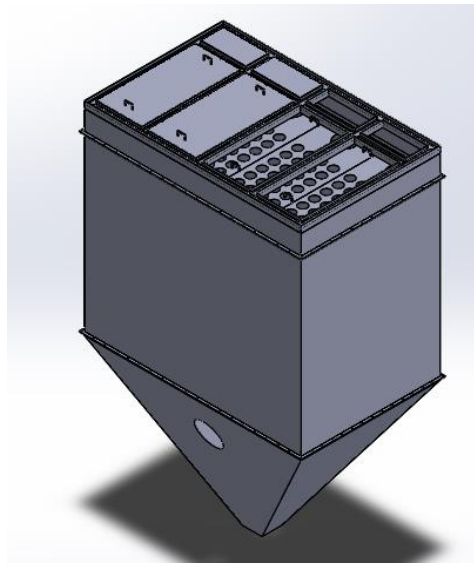
$$\begin{aligned} B &= 2,3 d \\ B &= 2,3 (12) \\ B &= 27,6 \text{ mm} \end{aligned}$$
- Diameter luar *flange* ;

$$\begin{aligned} D_o &= D + 2t + 2B \\ D_o &= 406 + 2 (3) + 2 (27,6) \\ D_o &= 467,2 \text{ mm} \end{aligned}$$
- *Pitch circle* diameter dari baut *flange* ;

$$\begin{aligned} D_p &= D + 2t + 2d + 12 \\ D_p &= 406 + 2 (3) + 2 (12) + 12 \\ D_p &= 448 \text{ mm} \end{aligned}$$
- *Circum differential pitch* diameter dari baut *flange* ;

$$\begin{aligned} P_c &= \frac{\pi \times D_p}{n} \\ P_c &= \frac{\pi \times 454}{15} \\ P_c &= 95,03 \text{ mm} \end{aligned}$$

Analisis Disain Bag Filter



Gambar 4. Disain Bag Filter

Disain *bag filter* diperoleh melalui proses menghitung luasan *tubesheet* yang kemudian menjadi acuan ukuran *bag house*, kemudian ukuran *hooper* yang mengikuti bentuk dari *bag housing* dan disesuaikan dengan ukuran *rotary feeder* yang digunakan, seperti ditunjukkan pada Gambar 4 [1].

4. KESIMPULAN

1. *Bag Filter* yang dirancang sesuai dengan *Design Guideline* PT. Holcim Indonesia Tbk yang memiliki kapasitas *bag filter* 6100 m³/h dan kapasitas *fan* adalah 7200 m³/h.
2. *Bag filter tipe pulse jet cleaning* berbentuk persegi dengan dimensi *housing bag filter* adalah 3,290 x 2,110 m dan tinggi 2,200 m.
3. *Bag filter* yang dirancang memiliki tiga buah titik hisap agar proses penghisapan debu *clinker* berjalan dengan optimal dengan diameter *duct* hisap yaitu 12 inch satu titik dan 8 inch dua titik.
4. Total jumlah lubang pada tube sheet 128 lubang, dengan diameter 130 mm.
5. Penulis memperoleh hasil rancangan untuk membuat *bag filter tipe pulse jet cleaning* (Gambar 4).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT Solusi Bangun Andalas atas dukungan finansialnya pada penelitian ini.

REFERENSI

1. Flückiger, Werner dan Stocker, Beat. 2007. Fabric Dust Collector System. HGRS. PT. Holcim Indonesia Tbk.
2. Khurmi, R.S., ang Gupta, J.K., 2005, A Text Books Of Machine Design, Eurasia Publising House (Pvt) Ltd, Ram Nagar. New Delhi 110055.
3. Priyana, Agung. 2018. Perancangan Bag Filter Tipe Shaker Cleaning di Batching Plant Pondok Indah 2. Politeknik Negeri Jakarta – PT. Holcim Indonesia Tbk.
4. Kurniawan Hengki, 2015. Bag Filter, Makalah Equipment Maintenace. Politeknik Negeri Jakarta - PT. Holcim Indonesia Tbk.