

MODIFIKASI PURGING PIPE UNTUK MENINGKATKAN PERFORMA 432-BF1

Galant Ogeseit Dyanddini¹; Syupriadi Nasution²

¹Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta,

²Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta,

galantogeseit.holcim@gmail.com

Abstrak

Sebagai alat dedusting system, Bag Filter 432-BF1 dirancang sedemikian rupa untuk memproses debu yang dihasilkan saat proses transpor raw meal di area kiln feeding agar tidak menyebabkan polusi udara serta tidak mengganggu kinerja equipment yang terkait langsung dengan alur proses di area tersebut. PT Holcim Indonesia Pabrik Cilacap menargetkan polusi serendah mungkin, sehingga perlu dipastikan bahwa bag filter bekerja dengan optimal.

Data inspeksi mingguan Departemen Maintenance dari tahun 2016 sampai 2018 menunjukkan angka differential pressure (DP) melebihi 150 mmH₂O. Nilai ini mengindikasikan masalah pada bag filter. Kondisi operasi Bag Filter 432-BF1 mengalami gangguan, yakni kantung filter tidak mampu menangkap partikel-partikel debu raw meal dengan sempurna karena adanya coating yang tercipta akibat partikel debu raw meal yang tertinggal dan tidak ikut rontok selama proses purging berlangsung. Fenomena tersebut terjadi lantaran ukuran purging pipe yang saat ini terpasang tidak cukup besar untuk dapat menyalurkan seluruh udara purging yang dibutuhkan saat proses purging berlangsung. Dengan kata lain, terjadi penyimpangan antara actual purging flow dengan flow yang tertera di buku manual bag filter. Arah tembakan udara purging yang ditembakkan oleh purging pipe menyebar ke segala arah akibat tidak ada tube pengarah.

Modifikasi yang dilakukan pada purging pipe Bag Filter 432-BF1 adalah mengganti purging pipe yang sudah terpasang dengan purging pipe baru dengan ukuran lebih besar. Ukuran purging pipe yang lebih besar dapat menyalurkan seluruh udara purging yang dibutuhkan untuk proses purging. Selain itu, purging pipe baru yang dipasang dimodifikasi dengan tambahan tube pengarah tembakan agar udara purging fokus mengarah ke ventury. Modifikasi ini dapat meningkatkan purging flow yang dialirkan ke filter bag, sehingga masalah coating yang terjadi di Bag Filter 432-BF1 dapat diatasi.

Kata kunci: bag filter, purging pipe, flow

Abstract

As a dedusting equipment, Bag Filter 432-BF1 was designed in such a way to process dust derived from the raw meal transport process in kiln feeding area in order not to cause air pollution and not disturb the work of the equipment that is directly related to the process flow. PT Holcim Indonesia Cilacap Plant targets low pollution, so bag filter must work by optimum.

Differential pressure (DP) is a parameter that acts as an indicator of the performance of bag filter itself. The value of the differential pressure which is more than 150 mmH₂O indicates an abnormal condition of the bag filter. Weekly inspection of Maintenance Department from 2016 to 2018 shows that the differential pressure of Bag Filter 432-BF1 is more than 150 mmH₂O. In the latest two years, Bag Filter 432-BF1 has trouble in its operation. The filter bags cannot perfectly collect the dust particles because of the coating of dust particles in a specific quantity that is not falling off during the purging system. That remaining dust particles disturb the effectiveness of the purging system. This phenomenon occurs because the existing purging pipes are not big enough to flow the total purging air that is needed during the purging process. This can be said that there is deviation between the actual purging flow and the purging flow based on the manual book. The purging shot is spreaded in all directions since there is no dirrectional tube.

The modification which is going to be done is replacing the purging pipes which are already installed with the new ones that have bigger diameter and adding directional tubes. Larger purging pipes are expected to aim more flow to filter cage, and the directional tubes are expected to make the purging shot is directed to filter cage. By carrying out this modification, the trouble of coating that often happens on bag filter 432-BF1 can be solved.

Keywords: bag filter, purging pipe, flow

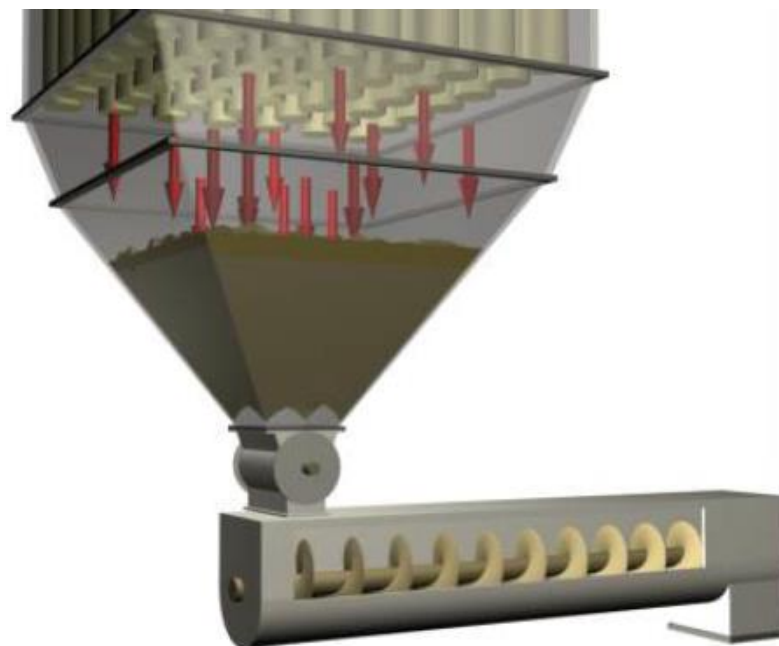
I. PENDAHULUAN

Dedusting system menduduki peranan yang sangat penting dalam industri semen. Alur proses produksi semen, baik dari bahan umpan, bahan setengah jadi, maupun bahan jadi, berpotensi menimbulkan debu. Baik

dari sisi dalam pabrik maupun sisi luar pabrik, semua menghendaki emisi debu yang seminimal mungkin. Debu yang timbul dari proses produksi semen berisiko menyebabkan polusi udara serta mengganggu kerja *equipment* yang terkait dengan alur proses tersebut. Maka dari itu, pabrik semen membutuhkan *equipment* untuk menanggulangi hal tersebut. *Bag filter* merupakan salah satu wujud kemajuan teknologi di dunia industri, khususnya industri semen, yang berperan dalam *dedusting system*, yaitu proses pemisahan partikel debu dan udara supaya area sekitar *bag filter* tidak berdebu serta tidak menimbulkan tumpukan material (*coating*) tidak diharapkan di dalam *equipment* yang dapat mengganggu kinerja *equipment* lain yang terkait dengan alur proses (Bambang Sumrachadi, “Peralatan Mekanis Industri Semen”, 1994).

Bag Filter 432-BF1 terletak di area *blending silo*. *Bag filter* ini melakukan proses *dedusting raw meal* yang berasal dari proses transpor di *Air Slide 432-AS5*. Material *raw meal* ini dihasilkan oleh proses sebelumnya di *raw mill*. *Raw meal* yang telah melalui proses di *raw mill* ditranspor ke *blending silo* sebagai tempat penyimpanan untuk proses produksi berikutnya sesuai dengan kebutuhan proses produksi. *Bag filter* harus bekerja optimal untuk mencapai proses *dedusting* yang baik. Masalah-masalah yang terjadi di *bag filter* tentu dapat mengganggu efektivitas kerja *dedusting system* di area *blending silo*.

Differential pressure (DP) merupakan salah satu parameter yang menunjukkan kinerja *bag filter*. *Bag filter* dikatakan beroperasi dengan normal jika nilai *differential pressure* ≤ 150 mmH₂O. Data inspeksi mingguan Departemen *Maintenance* dari tahun 2016 sampai 2018 menunjukkan angka *differential pressure (DP)* melebihi 150 mmH₂O. Nilai *differential pressure* ini mengindikasikan adanya masalah pada *bag filter*. Dalam kurun waktu dua tahun terakhir, kondisi operasi *Bag Filter 432-BF1* mengalami gangguan, yakni kantong filter tidak mampu menangkap partikel-partikel debu *raw meal* dengan sempurna sehingga tidak sepenuhnya rontok selama proses *purging* berlangsung. Debu *raw meal* yang masih tertinggal lalu terakumulasi dan menyebabkan *coating* pada kantong-kantong filter. Fenomena tersebut terjadi lantaran *purging pipe* yang saat ini terpasang tidak cukup besar untuk dapat menyalurkan seluruh kebutuhan udara *purging* saat proses *purging* berlangsung. Ditambah lagi dengan arah tembakan udara *purging* yang tidak fokus ke *ventury*, tetapi menyebar ke segala arah akibat tidak terdapat *tube* yang mengarahkan tembakan udara tersebut. *Coating* yang terakumulasi dan terus menumpuk pada kantong-kantong filter dirontokkan berkala secara manual dengan menyetel bukaan *damper*. Cara ini memang efektif, tetapi dampaknya ialah debu *raw meal* yang rontok dan jatuh ke *screw conveyor* melalui *hopper* kuantitasnya banyak bahkan berpotensi menyebabkan proses transpor *raw meal* di *screw conveyor* tidak lancar, atau dengan kata lain mengalami *blocking*.



Gambar 1 Material Blocking

II. METODE PENELITIAN

1. Studi Lapangan

Pada tahap ini dilakukanlah pengamatan langsung ke lapangan untuk mengetahui masalah yang terjadi pada *Bag Filter 432-BF1*. Fokus pengamatan ini yaitu pada komponen, alur proses, dan titik lokasi masalah yang akan diangkat. Detail pengamatan yang dilakukan ialah:

- Bagaimana konstruksi *purging pipe Bag Filter 432-BF1* saat ini?
- Di titik mana *coating* terjadi?
- Apakah konstruksi *purging pipe Bag Filter 432-BF1* sudah efektif untuk menyalurkan udara bertekanan untuk proses *purging*?

2. Studi Literatur

Mencari dan mengumpulkan data kredibel yang dibutuhkan dengan cara mengembangkan informasi yang sudah didapatkan melalui studi lapangan. Data didapatkan dari buku manual, laporan kerja, *maintenance checklist*, dan internet.

3. Diskusi Masalah

Setelah mendapatkan informasi mengenai masalah yang terjadi pada *Bag Filter 432-BF1* berdasarkan studi lapangan, pada tahap ini dilakukanlah diskusi data dan informasi dengan *mechanical kiln superintendent*. Selain data *equipment* yang akurat, dibutuhkan pula informasi berdasarkan pengalaman *mechanical kiln superintendent* guna membandingkan dan menyempurnakan data. Pihak-pihak lain yang juga terlibat dalam tahap ini ialah *kiln mechanical engineer* dan *kiln process engineer*.

4. Analisis Data

Di tahap ini, ada dua tahap yang dilakukan. Yang pertama ialah menentukan RCA (*Root Cause Analysis*) guna mendapatkan penyebab pasti masalah *coating* terjadi pada *bag filter*. Yang kedua ialah perhitungan data dan analisis perubahan parameter pada *Bag Filter 432-BF1* dengan dilakukannya modifikasi.

5. Realisasi Modifikasi

Data yang sudah diolah dan dinyatakan valid menjadi patokan dalam tahap pengerjaan di lapangan yang meliputi fabrikasi dan instalasi.

6. Evaluasi

Data RCA (*Root Cause Analysis*) digunakan sebagai evaluasi bagi perusahaan. Selanjutnya, hasil analisis data menghasilkan rekomendasi dan saran bagi perusahaan untuk mengamati kinerja *bag filter* lain agar *dedusting system* semakin maksimal.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

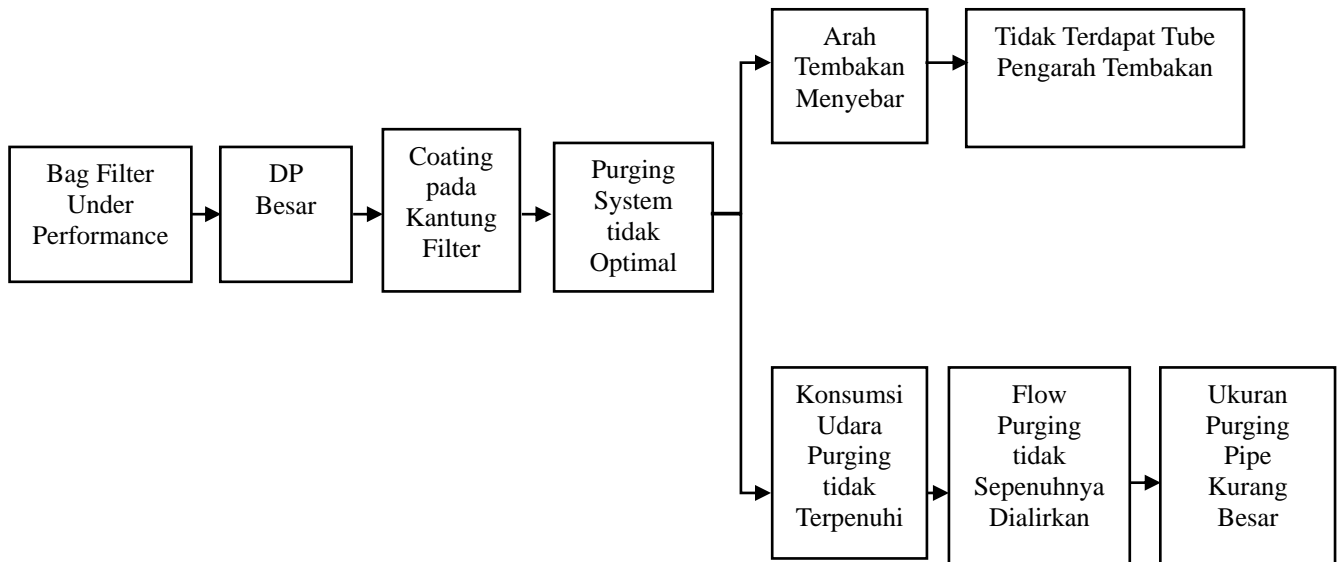
1. Identifikasi Penyebab *Coating* pada Kantung Filter

Coating pada kantung filter merupakan penumpukan material akibat debu *raw meal* yang tidak ikut rontok, tertinggal, lalu terakumulasi dan menyebabkan kantung filter jenuh sehingga kemampuannya untuk menangkap partikel-partikel debu *raw meal* berkurang dan menyebabkan kinerja *bag filter* tidak optimal. Kondisi kantung filter yang jenuh menyebabkan proses *purging* tidak berjalan sesuai dengan ekspektasi. Penggantian kantung-kantung filter yang jenuh hanya menyelesaikan masalah sementara, tetapi tidak dapat mengatasi masalah *coating* yang terjadi di *bag filter*.



Gambar 2 *Coating* pada Kantung Filter

Berikut adalah analisis akar masalah *coating* pada *Bag Filter* 432-BF1:



Gambar 3 Diagram Akar Masalah

Setelah dilakukan analisis, maka diambil kesimpulan bahwa ada dua akar masalah penyebab *coating* pada *Bag Filter* 432-BF1, yaitu:

a. Ukuran Purging Pipe Kurang Besar

Udara *purging* berasal dari tabung kompresor, lalu dialirkan ke *header tank*. Udara *purging* yang tersimpan di *header tank* dialirkan ke masing-masing pipa *purging* sesuai dengan mekanisme yang diatur oleh *solenoid valve*. Di *Bag Filter* 432-BF1, terdapat 22 pipa yang berjajar paralel yang diatur oleh tiga buah *solenoid valve*. *Solenoid valve* mengatur *flow* udara yang masuk ke *purging pipe* lewat diafragma.

Kebutuhan udara *purging* sudah ditentukan sesuai dengan desain spesifikasi *bag filter*. Berdasarkan perhitungan *flow* yang dijelaskan di subbab 2 “Menentukan *Purging Flow* sebelum Modifikasi”, *purging flow* yang mengalir di *purging pipe* saat proses *purging* berlangsung jumlahnya kurang dari *purging flow* yang sudah ditentukan di buku spesifikasi. Hal ini disebabkan oleh ukuran *purging pipe* yang kurang besar sehingga tidak dapat mengalirkan kebutuhan udara *purging* sepenuhnya. Akibatnya, tidak semua debu *raw meal* rontok saat proses *purging* berlangsung. Debu *raw meal* yang tertinggal ini lantas terakumulasi dan menumpuk di kantong-kantong filter, sehingga menyebabkan *coating*.

b. Tidak Terdapat *Tube* Pengarah Tembakan

Selain *purging flow* yang memadai, proses *purging* yang optimal juga membutuhkan ketepatan arah tembakan udara *purging*. Proses *purging* tidak akan berjalan dengan optimal apabila tembakan udara dari pipa *purging* tidak terarah ke *ventury*, seperti yang terjadi pada *bag filter* 432-BF1. Dengan kata lain, udara *purging* menyebar ke segala arah. Sehingga, ada sebagian udara bertekanan yang “salah sasaran” karena tidak tepat ditembakkan ke *ventury*. Kondisi ini semakin memperkuat asumsi bahwa tidak terdapatnya *tube* pengarah tembakan merupakan salah satu penyebab performa *Bag Filter* 432-BF1 yang tidak optimal.

2. Menentukan *Purging Flow* sebelum Modifikasi

Perhitungan *flow* udara *purging bag filter* sebelum modifikasi diperlukan sebagai data kuantitatif sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa penyebab *blocking* memang karena kurangnya *purging flow* pada pipa *purging*. Data spesifikasi *purging pipe* ialah sebagai berikut:

$$OD = 0,0334 \text{ m}$$

$$t_p = 4 \text{ s}$$

$$L = 2,129 \text{ m}$$

Jenis pipa yang digunakan sebagai pipa *purging* pada ialah *schedule pipe 40* dengan ukuran 1 inchi dan tebal (w) 3,38 mm. Sehingga diameter dalam (ID)—selanjutnya disebut D_1 —ialah:

$$\begin{aligned} D_1 &= OD - w \\ &= 0,0334 - 0,0038 \\ &= 0,0296 \text{ m} \end{aligned}$$

a. Menentukan *flow* awal tiap pipa *purging* sebelum modifikasi (Q_1)

Sebelum dilakukan modifikasi, *purging pipe* yang digunakan untuk mengalirkan udara bertekanan saat proses *purging* memiliki ukuran 1 inchi dengan jumlah pipa 22 buah. Total *flow* pada 22 pipa tersebut ialah (KhanAcademy, Fluid Dynamics. <https://www.khanacademy.org/science/physics/fluids/fluid-dynamics/a/what-is-volume-flow-rate>. 3 Juli 2018):

$$\begin{aligned} Q_1 &= \frac{V_1}{t_p} \\ &= \frac{\frac{\pi}{4} D_1^2 \cdot L}{t_p} \\ &= \frac{\frac{3,14}{4} \cdot 0,0296^2 \cdot 2,129}{4} \\ &= 0,0003326 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

b. Menentukan *flow* udara *purging* yang dibutuhkan tiap pipa (Q_c)

Pada saat proses *purging* berlangsung, *solenoid valve* mengatur suplai *flow* yang mengalir ke *purging pipe* melalui diafragma. Udara bertekanan mengalir ke satu buah *purging pipe* selama 4 detik. Udara bertekanan ditembakkan keluar melalui lubang *purging* ke 10 kantong filter. Dari data spesifikasi *Bag Filter 432-BF1*, diketahui bahwa *flow* total udara *purging* yang dibutuhkan ialah $47 \text{ m}^3/\text{h}$ atau sama dengan $0,013 \text{ m}^3/\text{s}$. Dengan total 22 *purging pipe*, maka *purging flow* pada masing-masing pipa ialah:

$$\begin{aligned} Q_c &= \frac{Q_{ct}}{n} \\ &= \frac{0,013}{22} \\ &= 0,0005909 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

c. Menentukan persentase deviasi *flow* udara *purging* ($\%_{dev}$)

Setelah mengetahui *purging flow* yang dialirkan oleh *purging pipe* dan membandingkannya dengan kebutuhan *purging flow*, maka didapatkan penyimpangan *flow* pada *purging pipe* (Jericho Amardo, 2016:26) yaitu:

$$\begin{aligned} \%_{dev} &= \left[1 - \left(\frac{Q_1}{Q_c} \right) \right] \cdot 100\% \\ &= \left[1 - \left(\frac{0,0003326}{0,0005909} \right) \right] \cdot 100\% \\ &= 43,71 \% \end{aligned}$$

3. Menentukan Konsumsi Udara *Purging*

Merujuk pada data spesifikasi, nilai *flow* udara *purging* sudah ditentukan. Dengan mengetahui *flow* ini, maka dapat diketahui konsumsi udara *purging* yang dibutuhkan.

a. Menentukan Konsumsi Udara *Purging* Total (V_{pt})

Dengan durasi *purging* 4 detik untuk tiap pipa, dapat ditentukan konsumsi udara *purging* total (KhanAcademy, Fluid Dynamics. <https://www.khanacademy.org/science/physics/fluids/fluid-dynamics/a/what-is-volume-flow-rate>. 3 Juli 2018), yaitu:

$$\begin{aligned}V_{pt} &= Q_{ct} \cdot t_p \\ &= 0,013 \cdot 4 \\ &= 0,052 \text{ m}^3\end{aligned}$$

b. Menentukan Kebutuhan Udara *Purging* per Pipa (V_p)

$$\begin{aligned}V_p &= \frac{V_{pt}}{n} \\ &= \frac{0,052}{22} \\ &= 0,002363 \text{ m}^3\end{aligned}$$

4. Menentukan Diameter Pipa *Purging* yang akan Diinstal

Berdasarkan perhitungan *flow* udara *purging* sebelum modifikasi, diketahui bahwa terjadi deviasi *flow* sebesar 43,71 %. Angka ini sekaligus memperkuat hipotesis bahwa performa *Bag Filter 432-BF1* tidak optimal karena kurangnya *flow purging* sehingga ukuran pipa *purging* 1 inchi tidak dapat melayani kebutuhan udara *purging*. Maka dari itu, dilakukanlah modifikasi *Bag Fiter 432-BF1* dengan mengganti pipa *purging* lama dengan pipa *purging* baru dengan ukuran yang lebih besar.

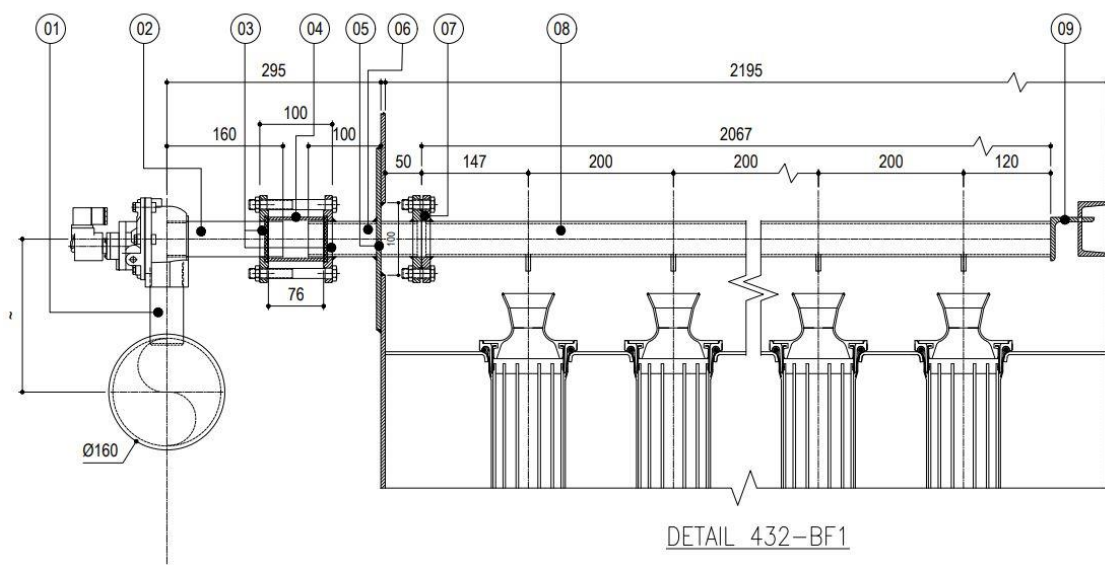
Diameter pipa *purging* yang akan diinstal dapat ditentukan dengan formula sebagai berikut:

$$\begin{aligned}V_p &= \frac{\pi}{4} \cdot D_2^2 \cdot L \\ 0,002363 &= \frac{3,14}{4} \cdot D_2^2 \cdot 2,129 \\ 0,002363 &= 1,6712D_2^2 \\ D_2^2 &= 0,001413 \\ D_2 &= \sqrt{0,001413} \\ &= 0,03758 \text{ m} \\ &= 37,58 \text{ mm}\end{aligned}$$

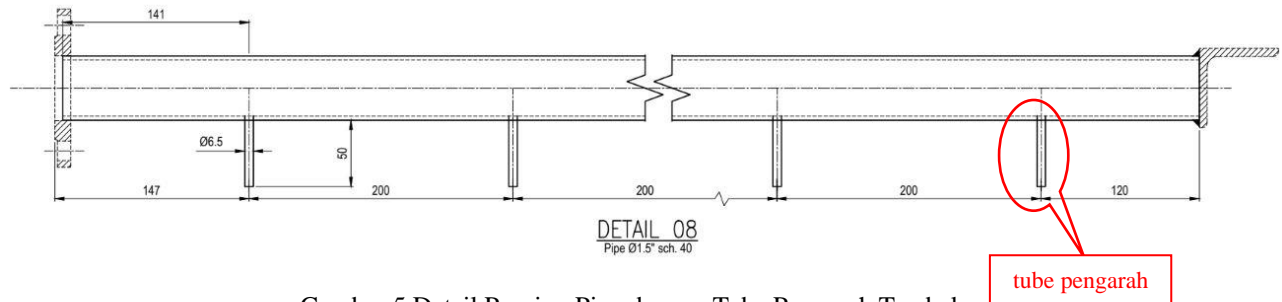
Tabel 1 Ukuran Schedule Pipe 40

Ukuran	Panjang	OD	Tebal	ID
inchi	m	mm	mm	mm
1/2"	6	21.4	2.6	18.8
3/4"	6	26.9	2.6	24.3
1"	6	33.8	3.2	30.6
1 1/4"	6	42.4	3.2	39.2
1 1/2"	6	48.3	3.2	45.1
2"	6	60.3	3.6	56.7
2 1/2"	6	76	3.6	72.4
3"	6	88.8	4.0	84.8
4"	6	114.1	4.5	109.6
5"	6	139.7	4.8	134.9
6"	6	165.1	4.8	160.3

Nilai 37,58 mm merupakan diameter dalam (ID) pipa. Berdasarkan tabel ukuran *schedule pipe 40* yang beredar di pasaran, ukuran yang paling mendekati ialah *schedule pipe 40* ukuran 1,25 inchi. Akan tetapi, mengingat dalam sistem purging hal utama yang paling penting ialah *flow*, maka dipilihlah *schedule pipe 40* dengan ukuran **1,5 inchi** agar *purging flow* lebih lancar. Berdasarkan tabel ukuran, *schedule pipe 40* ukuran 1,5 inchi memiliki diameter dalam (ID) 44,58 mm.



Gambar 4 Desain Modifikasi Bag Filter 432-BF1



Gambar 5 Detail Purgung Pipe dengan Tube Pengarah Tembakan

5. Menentukan *Purgung Flow* setelah Modifikasi

a. Menentukan *flow* udara purging tiap pipa (Q_2)

$$\begin{aligned}
 Q_2 &= \frac{V_2}{t_p} \\
 &= \frac{\frac{\pi}{4} D_2^2 \cdot L}{t_p} \\
 &= \frac{\frac{3,14}{4} \cdot 0,04458^2 \cdot 2,129}{4} \\
 &= 0,0008303 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

b. Menentukan peningkatan *flow* udara purging ($\%_{inc}$)

$$\begin{aligned}
 \%_{inc} &= \left[1 - \left(\frac{Q_1}{Q_2} \right) \right] \cdot 100\% \\
 &= \left[1 - \left(\frac{0,0003326}{0,0008303} \right) \right] \cdot 100\% \\
 &= 59,94 \%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa dengan penggantian *purging pipe* 1 inci menjadi *purging pipe* berukuran 1,5 inci terjadi peningkatan *purging flow* sebesar 59,94 %.

IV. KESIMPULAN

- Dari hasil perhitungan, terjadi penyimpangan *purging flow* dari spesifikasi, yaitu sebesar 43,71 %.
- Dengan pemasangan *tube* pengarah, tembakan *purging* menjadi lebih terarah dan fokus ke *ventury*.
- Purgung pipe* baru berukuran 1,5 inci menghasilkan peningkatan *flow* sebesar 59,94 %.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Flückiger Werner, Beat Stocker, "Fabric dust collector system", B1 MPT 03/14902/E.
- Fuller Kovako Corporation. "Contract instruction manual jet pulse collector equipment"
- Korea Heavy Industries & Construction Co.,Ltd. "Bag filter manuals", 1995.
- Hengky Setiawan, "Makalah equipment maintenance bag filter", 2015.
- Shah, K.P, "Working, design consideration, and maintenance of bag type fabric filter", 2017
- Anggi Nurbana, "Jenis-jenis dust collector", 2017.
- Bambang Sumrachadi, "Peralatan mekanis industri semen", 1994.
- Yeriko Amardo Latuperissa, "Modifikasi piping duct 362-BF1 untuk meningkatkan performa 362-BF1", 2016.
- Triyan Afriantoro, "Rancang bangun electrical wiring pada pulse controller bag filter 432-BF1 sesuai holcim standard design criteria", 2017.