



ANALISIS PENGGUNAAN *FLAPPER VALVE* SEBAGAI PENGGANTI *ROTARY VALVE* PADA SISTEM *AIRLOCK BAG FILTER 511-BF1* DI PT SOLUSI BANGUN INDONESIA

Sholahuddin¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya
Jl. Sutorejo No. 59, Surabaya, Indonesia

*email : sholahuddin.uddin@gmail.com

(Received: 28-06-2025; Reviewed: 05-07-2025; Accepted: 22-08-2025)

Abstrak

Dedusting System adalah sistem sangat penting dalam proses pembuatan semen, Sistem tersebut berfungsi untuk mengurangi debu pada jalur transport. Salah satu dedusting yg dipakai adalah bag filter. Dalam satu jalur pembuatan semen terdapat puluhan bag filter dimana bag filter tersebut memiliki alat transport dari hasil tangkapan debunya dan juga berfungsi sebagai *airlock* system. *Airlock* ini sangat krusial karena diperlukan untuk menjaga supaya tidak ada udara balik pada saat transport material, dan juga menjaga effisiensi dari pengumpulan debu. *Airlock* sebelumnya memakai system *rotary feeder*, Dimana *rotary feeder* ini bekerja menggunakan motor. Perawatan serta energi yg dipakai oleh *rotary feeder* ini cukup tinggi. Dikarenakan penggeraknya menggunakan motor listrik, maka bila terjadi kerusakan akan membutuhkan waktu dan biaya yang tinggi untuk perbaikannya

Keywords: *Dedusting system, Rotary feeder Flapper valve.*

1. PENDAHULUAN

Industri semen adalah salah satu sektor utama dalam industri konstruksi yang memiliki peran penting dalam pembangunan infrastruktur. Dalam produksi semen terdapat alat berupa bag filter merupakan komponen penting dari sistem pengumpulan debu yang membantu mengendalikan dan mengelola emisi partikulat yang dihasilkan selama berbagai proses produksi semen.

Dalam satu jalur pembuatan semen terdapat puluhan bag filter dimana bag filter tersebut memiliki alat transport dari hasil tangkapan debunya dan juga berfungsi sebagai *airlock* system. *Airlock* ini sangat krusial karena diperlukan untuk menjaga supaya tidak ada udara balik pada saat transport material, dan juga menjaga effisiensi dari pengumpulan debu. *Airlock* sebelumnya memakai system *rotary feeder*, Dimana *rotary feeder* ini bekerja menggunakan motor. Perawatan serta energi yg dipakai oleh *rotary feeder* ini cukup tinggi. Untuk penggeraknya sendiri menggunakan motor Listrik, jika terjadi kerusakan maka akan membutuhkan waktu dan biaya yang tinggi untuk

perbaikannya

Oleh karena itu peneliti membuat suatu inovasi dengan mengganti *airlock* yang sebelumnya menggunakan *rotary feeder* menjadi *flapper valve* yang cukup menggunakan energi gravitasi, sehingga perubahan ini dapat berfungsi sebagai penghematan dalam biaya operasional serta kemudahan dalam perawatannya. Dengan demikian, perusahaan semen dapat meningkatkan efisiensi produksi, menjaga kelancaran operasional mengurangi risiko material debu halus terbawa oleh gas buang. Selain itu, modifikasi ini juga akan membantu meningkatkan pemahaman tentang kehandalan dan perawatan sistem di pabrik semen.

2. METODOLOGI

Proses identifikasi masalah dilakukan untuk mengetahui latar belakang masalah yang ada pada dedusting system telah dijelaskan pada bab 1. Langkah pertama untuk mengetahui penyebab utama masalah adalah observasi pada equipment Bag filter. Untuk memudahkan observasi dalam mencari root cause, maka dapat dipermudah dengan menggunakan metode sebab akibat Data-data yang telah dihimpun selanjutnya dianalisis dengan metode analisis kualitatif, deskriptif, dengan maksud agar pembahasan dalam artikel ini kelak dapat dimengerti dengan cara sederhana melalui perspektif penulis dalam perannya sebagai praktisi didunia industry khususnya.

Data-data yang telah dihimpun selanjutnya dianalisis dengan metode analisis kualitatif deskriptif, dengan maksud agar pembahasan dalam artikel ini kelak dapat dimengerti dengan cara sederhana melalui perspektif penulis dalam perannya sebagai praktisi didunia industry khususnya bidang Industri manufaktur yang memproduksi semen Portland

2.1 Analisa kemampuan hisapan setelah penggantian *flapper valve*

Kinerja Bag filter ini sesuai dengan standar yang telah ditetapkan, standar tersebut merupakan standar dimana alat Bag filter bisa dikatakan beroperasi dengan baik apabila *can velocity* atau kecepatan aliran fluida kotor yang melalui dan diproses dalam alat tersebut memenuhi kecepatan <1 m/s.

Bag filter atau Dust Collector system merupakan suatu kesatuan yang terdiri dari ducting, bag filter, dan fan. Fungsi Fan adalah untuk menghisap partikel atau debu yang dihasilkan dari proses produksi. Partikel debu yang terhisap kemudian disaring pada bag filter sehingga udara yang keluar menjadi bersih. Partikel debu yang dihisap oleh fan yang berada di outlet ducting. Partikel atau debu bergerak dari lubang hisap melalui line ducting-bag filter-fan. Debu dan partikel masuk kedalam ruang udara kotor dalam bag filter, sebagian besar partikel akan jatuh dalam hopper dan sisanya yang halus akan tersaring dan menempel pada dinding luar filter. Debu yang menempel pada bag kemudian dibersihkan menggunakan cleanning sistem. Udara bersih keluar dari filter menuju ruang udara bersih yang dihisap oleh fan dan dibuang ke udara bebas. Bag filter ini dilengkapi dengan cleaning sistem, yaitu pembersih filter. Sistem pembersih filter ini menggunakan Pulse Jet Sistem. Udara dari compressor terkumpul di Header. Pada saat pembersihan udara katup solenoid akan membuka mengalirkan udara kedalam filter untuk merontokkan lapisan debu pada dinding luar filter. Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/MENKES/SK/XI/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan

Kerja Perkantoran dan Industri, Nilai Ambang Batas (NAB) untuk debu semen yaitu minimum 1,88 mg/m³, maximum 10,46 mg/m³, rata-rata 4,25 mg/m³, dengan standar deviasi 2,65 mg/m³. (Hardiansyah Rizal, 2018)

2.1.1 *Absorb power*

Absorb power merupakan daya hisapan yang terdapat pada unit Bag filter yang digunakan untuk menghitung Suction flownya. Suction flow merupakan aliran hisapan yang nilainya didapatkan dari menghitung *absorb power*nya. Sedangkan *Can velocity* merupakan suatu tekanan udara yang membawa debu fine coal melewati bag filter, *Can velocity* ini memiliki standarnya yaitu sebesar (0,5-1,3 m/s).

Berikut adalah pengambilan data rata-rata *Absorb power* dari selama 5 hari. Pengambilan data menggunakan variabel tetap dari kerja bag filter, yaitu bukaan damfer fan adalah 100%, pengukuran dilakukan secara paralel antara jalur Tuban 1 dibandingkan dengan Tuban 2 yang belum dilakukan modifikasi. Alat yang akan diambil datanya adalah 511-BF1 dan 512-BF2. Sampel data yang akan diambil adalah *ampere fan* (menggunakan tang ampere) dan kecepatan laju udara (anemometer)

Setelah mengumpulkan nilai-nilai yang diperlukan, lakukan perhitungan sebagai berikut:

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos(\theta)$$

Misalnya, jika tegangan fase ke fase (V) adalah 380 V, arus (I) adalah 22 A, dan faktor daya $\cos(\theta)$ adalah 0.85, maka:

$$\begin{aligned} & 1.732 \times 380 \text{ V} \times 22 \text{ A} \times 0.85 \\ & = 1.732 \times 380 \times 22 \times 0.85 \\ & = 10815 \text{ W} \\ & = 10.82 \text{ kW} \end{aligned}$$

2.1.2 *Can velocity*

Can velocity adalah kecepatan aliran udara kotor diantara bag cloth pembatasan nilai maksimum *can velocity* bertujuan agar kumpulan partikel dapat jatuh ke hopper karena gaya gravitasi. Secara empiris nilai maksimum *can velocity* memenuhi standar (standar 0,5 – 1,3 m/s) (Vhrgiani et al., 2022).

Jika *can velocity* terlalu rendah maka hanya sedikit partikulat yg dapat terangkat, serta beresiko terjadi endapan di jalur hisapan, sementara jika terlalu tinggi debu yang terlepas dari filter selama pulsa pembersihan dapat terseret kembali ke baghouse bersama dengan aliran udara kotor yang masuk ke kolektor serta menyebabkan cepatnya bag cloth untuk menjadi jenuh

$$\text{Can velocity} : \frac{Q}{l \times w}$$

Keterangan:

Q : Laju aliran (*flow rate*)

l : Tinggi dari bag filter

w : lebar kompartemen bag filter

2.1.3 Suction flow

Posisi pengukuran hisapan ditentukan dari bentuk permukaan dedusting system:

$$Q: A \times V$$

Keterangan

Q : Laju aliran Volumetrik

A : Luas permukaan pipa (m²)

V : Kecepatan aliran fluida

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengamatan data aktual *absorb power* yang diambil sebanyak enam kali perhari, kemudian di rata – ratakan sehingga didapat satu data untuk mewakili data sehari selama lima hari berturut – turut yang di ambil di Electric Room (ER), dengan dimensi panjang dan lebar *bag house* yang sama dengan data desain yakni 3,5 m dan 1,6 m, diperoleh data aktual *suction flow* sebesar 192 m³/h, 187 m³/h, 200 m³/h, 198 m³/h, dan 189 m³/h. Dari data *suction flow* secara aktual tersebut, maka dapat dicari nilai kecepatan udara kotor yang masuk ke bag filter pada masing – masing *suction flow* aktual.

Tabel 1. Pengukuran *can velocity* berdasarkan *suction flow*

No	Absorb power (kW)	Velocity (m/s)	surface area (m ²)	Suction flow (Q)m ³ /min	Can velocity (m/s)
1	12	0.158	20.43	192	0.57
2	12	0.153	20.43	187	0.56
3	11.7	0.163	20.43	200	0.60
4	11.7	0.162	20.43	198	0.59
5	11.9	0.154	20.43	189	0.56

(Sumber: Dokumen pribadi)

Peningkatan *can velocity* pada bag filter meningkatkan kebutuhan daya fan karena fan harus bekerja lebih keras untuk menggerakkan udara dengan kecepatan lebih tinggi. Sebaliknya, penurunan *can velocity* mengurangi kebutuhan daya fan, karena kecepatan udara yang lebih rendah membutuhkan lebih sedikit usaha dari fan. Oleh karena itu, ada hubungan langsung antara *can velocity* dan daya fan, di mana perubahan *can velocity* mempengaruhi konsumsi daya secara signifikan. Dari data aktual diperoleh rata – rata nilai *can velocity* dari 5 hari pengamatan berturut – turut yaitu sebesar 0,50052 m/s, itu artinya masih memenuhi standar (standar 0,5 – 1,3 m/s).

Penggantian *rotary feeder* dengan *flapper valve* berpenggerak mekanis pada sistem bag filter. Sebelum modifikasi, bag filter menggunakan daya sebesar 19,6 kW. Setelah modifikasi, daya yang digunakan turun menjadi 18,5 kW. Penghematan energi dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Penghematan Energi} = (P_{\text{sebelum}} - P_{\text{sesudah}}) \times t$$

Dimana:

- $P_{sebelum}$ adalah daya bag filter sebelum penggantian (19,6 kW).
- $P_{sesudah}$ adalah daya bag filter setelah penggantian (18,5 kW).
- t adalah waktu operasional dalam satuan jam.

Misalkan bag filter beroperasi selama 24 jam per hari dan 30 hari per bulan, maka:

$$\begin{aligned}\text{Penghematan Energi per Bulan} &= (19,6\text{kW} - 18,5\text{kW}) \times 24\text{jam/hari} \times 30\text{hari} \\ &= 1,1\text{kW} \times 24\text{ jam/hari} \times 30\text{ hari} \\ &= 792\text{ kWh}\end{aligned}$$

Untuk menghitung penghematan biaya, kita menggunakan tarif listrik, misalkan Rp1.500 per kWh

$$792\text{kWh} \times \text{Rp}1.500/\text{kWh} = \text{Rp}1.188.000$$

Selain itu, efisiensi peningkatan dapat dihitung dengan rumus efisiensi sebagai berikut:

$$\text{effisiensi peningkatan} = \frac{(P_{sebelum} - P_{sesudah})}{P_{sebelum}} \times 100\%$$

$$\frac{19,6\text{kW} - 18,5\text{kW}}{19,6\text{kW}} \times 100\%$$

Dengan demikian, setelah proses modifikasi *rotary feeder* menjadi *flapper valve* berpenggerak mekanis, terjadi penghematan energi sebesar 792 kWh per bulan dan penghematan biaya listrik sebesar Rp1.188.000 per bulan. Efisiensi sistem juga meningkat sekitar 5,61%. Peningkatan ini tidak hanya mengurangi biaya operasional tetapi juga mendukung keberlanjutan lingkungan dengan mengurangi konsumsi energi. Modifikasi ini menunjukkan bagaimana inovasi teknologi dapat membawa manfaat signifikan dalam efisiensi dan keberlanjutan industri.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penggunaan *flapper valve* sebagai solusi untuk

pengganti air lock system pada *bag filter*

- Dari data aktual diperoleh rata – rata nilai *can velocity* dari 5 hari berturut – turut yakni sebesar 0,5023 m/s masih memenuhi standar
- Dengan demikian, setelah proses modifikasi *rotary feeder* menjadi *flapper valve* berpenggerak mekanis, terjadi penghematan energi sebesar 792 kWh per bulan dan penghematan biaya listrik sebesar Rp1.188.000 per bulan. Efisiensi sistem juga meningkat sekitar 5,61%

DAFTAR PUSTAKA

- Hardiansyah Rizal, A. A. (2018). Perancangan *Bag filter* pada Ruang Packing Industri Tepung Terigu. *Conference Proceeding on Waste Treatment Technology*, 2623–1727, 45–50.
- Saleem, M., & Krammer, G. (2007). *Effect of filtration velocity and dust concentration on ca*

- ke formation and filter operation in a pilot scale jet pulsed bag filter.* 144, 677– 681.
<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2007.01.094>
- Syahputra, D., Daud, M., Hakim, F., Elektro, J. T., Teknik, F., & Malikussaleh, U. (2022). *Analisa dan Modifikasi Sistem Running Filter Fan pada Jet Pulse Filter untuk Penghematan Daya Listrik Pabrik Semen.* 5(02), 2–7.
- Vhrgiani, C., Hajar, I., Safaruddin, & Fadilah, A. (2022). Evaluasi Kinerja Alat Bag House Filter K1P11 Di Unit Coal Mill. *Jurnal Ilmu Terapan*, 3(1). 135842537-Bag-Filter-Principle. (n.d.).
- ABB. (2014b). *System 800xA Solutions Handbook - ABB* (ABB Manual Book). ABB Library.
- ABB. (2023, January 1). *TIS ABB (hc-tb-tis-srv/km/)*. <http://hc-tb-tis-srv/km/>
- Abdelbaky, M. A., Emara, H. M., El-Hawwary, M. I., Bahgat, A., & Liu, X. (2020). Implementation of fractional-order PID controller using industrial DCS with experimental validation. *2020 IEEE 4th Conference on Energy Internet and Energy System Integration: Connecting the Grids Towards a Low-Carbon High-Efficiency Energy System, EI2 2020*. <https://doi.org/10.1109/EI250167.2020.9347159>
- Ang, K. H., Chong, G., & Li, Y. (2005). PID control system analysis, design, and technology. *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, 13(4). <https://doi.org/10.1109/TCST.2005.847331>