



Modifikasi *Line Silo Semen Untuk Meningkatkan Shipout Bulk Sprintpro Cement (RFP)*

Nurrangga Reswara Maulana^{1*}, Seto Tjahyono², Muhammad Wisda Nugroho³,
Ifa Saidatuningtyas²

¹Program Studi Teknik Mesin, Konsentrasi Rekayasa Industri Semen, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. Dr. G.A

²Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425
Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

³Maintenance Department, PT Solusi Bangun Indonesia, Jl. Ir. H. Juanda P.O. Box 272, Cilacap 53234

*Corresponding author *E-mail address*: nurrangga.reswaramaulana.tm20@mhs.w.pnj.ac.id

Abstrak

PT. Solusi Bangun Indonesia Tbk. Tuban Plant mampu memproduksi semen sebanyak 3,4 juta ton per tahun. Produksi semen domestik melalui pemasaran bulk truck tahun 2022 naik sebesar 200% khususnya tipe SprintPro (RFP). Project ini memanfaatkan loading spout yang ada di silo jetty menuju ke silo 2 sebagai cara untuk mengoptimalkan equipment yang dimiliki oleh PT. Solusi Bangun Indonesia Tbk. Tuban Plant. Untuk main equipment yang akan dipindah itu sendiri mulai dari propotional gate, fan aerasi, air slide, dan loading spout itu sendiri. Dibutuhkan sebuah penyesuaian beberapa equipment untuk menyesuaikan posisi dan kondisi yang ada di silo semen, selain sebagai penyesuaian modifikasi ini juga diharapkan dapat mengurangi potensi spillage material. Metode yang diterapkan dalam modifikasi ini adalah dengan Root Cause Analysis. Penggantian rotary feeder menjadi flapper dapat menurunkan frekuensi blocking di bag filter 61B-BF1. Modifikasi bentuk chute reject vibrating screen juga menurunkan potensi spillage di silo semen. Nilai shipout dari semen tipe RFP meningkat sejak modifikasi line silo 2 berhasil beroperasi. Keberhasilan modifikasi line shipout meningkat menjadi 150% semen curah per-hari.

Kata-kata kunci: Silo Semen, Shipout Bulk, Semen tipe RFP, SprintPro

Abstract

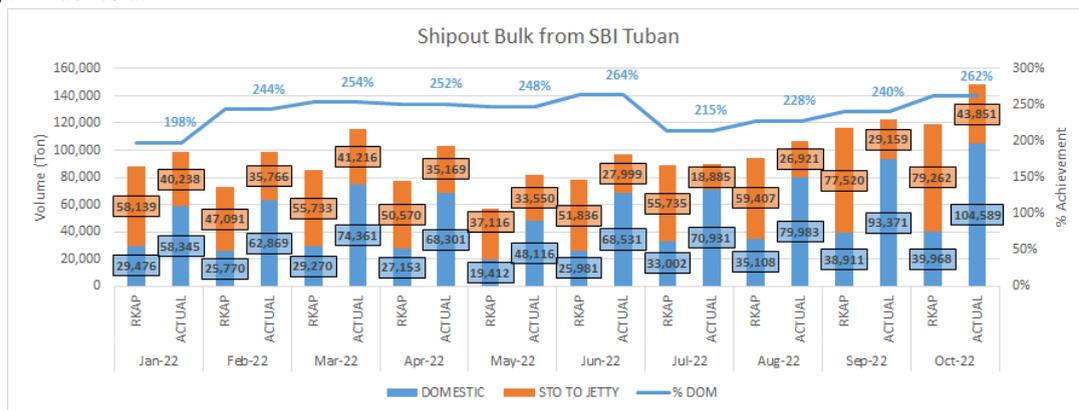
PT. Solusi Bangun Indonesia Tbk. Tuban Plant can produce 3.4 million tons of cement per year. Domestic cement produc through marketing of bulk trucks in 2022 will increase by 200%, especially for the SprintPro or RFP (ready flow plus) type. This project take off the loading spout in the jetty silo and move it to silo 2 as a way to optimize the equipment of PT. Solusi Bangun Indonesia Tbk. Tuban Plant. For the main equipment to be moved, starting from the propotional gate, fan aeration, slide gate, and the loading spout. Some equipment need to adjustments the position and conditions in the cement silo, this modification is also expected to reduce the potential for material spillage. The method applied in this modification is by Root Cause Analysis. Replacing the rotary feeder with a flapper can reduce the blocking frequency at the hopper bag filter 61B-BF1. Modification of the chute reject vibrating screen also reduces the potential for spillage in cement silos. The shipout value of RFP type cement has increased since the line silo 2 modification was successful to operate. The modification of the shipout line was success increased to 150% bulk cement per day.

Keywords: Cement silo, Shipout Bulk, RFP type cement, SprintPro

1. PENDAHULUAN

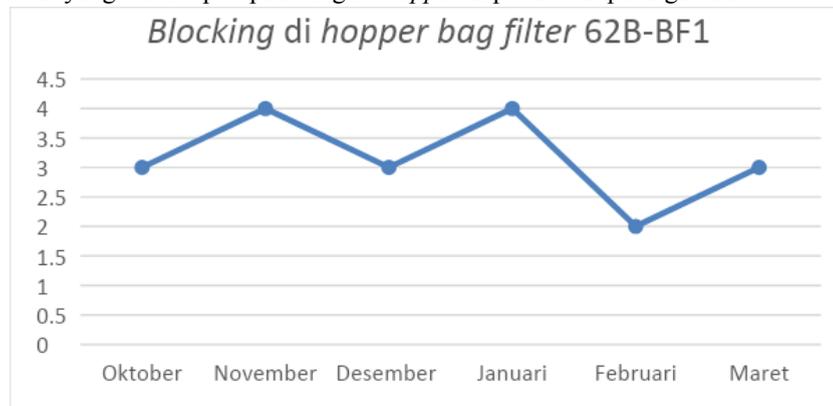
PT. Solusi Bangun Indonesia Tbk Pabrik Tuban, merupakan salah satu pabrik semen terbesar di Indonesia. Kuantitas dan kualitas produksi selalu dijaga salah satunya dengan menjaga *equipment* di semua area produksi, dan juga selalu mempunyai inovasi yang bisa meningkatkan kualitas dan produktivitas pabrik. Secara garis besar, proses pembuatan semen di PT. Solusi Bangun Indonesia Tbk ada 6 tahapan dan terdapat tujuh area, yaitu: *Quarry, Crusher, Reclaimer, Raw Mill, Kiln, Finish Mill*, dan yang terakhir adalah *Pack House*. Sedangkan untuk *ShipOut* semen sendiri terbagi menjadi 3 yaitu menggunakan *bag* semen, kapal, *BulkTruck*. Sedangkan *shipout* semen jadi memiliki *equipment* pendukung mulai dari *surge bin*, propotional gate, *vibrating screen, air slide, loading spout, packer machine, belt conveyor*, dan *palletizer*.

Dalam proses *shipout* semen di PT. Solusi Bangun Indonesia Pabrik Tuban terutama *bulk truck* domestik permintaannya sangat tinggi seperti yang terlihat pada gambar 1 yang didapat dari tim logistik PT. Solusi Bagun Indonesia.



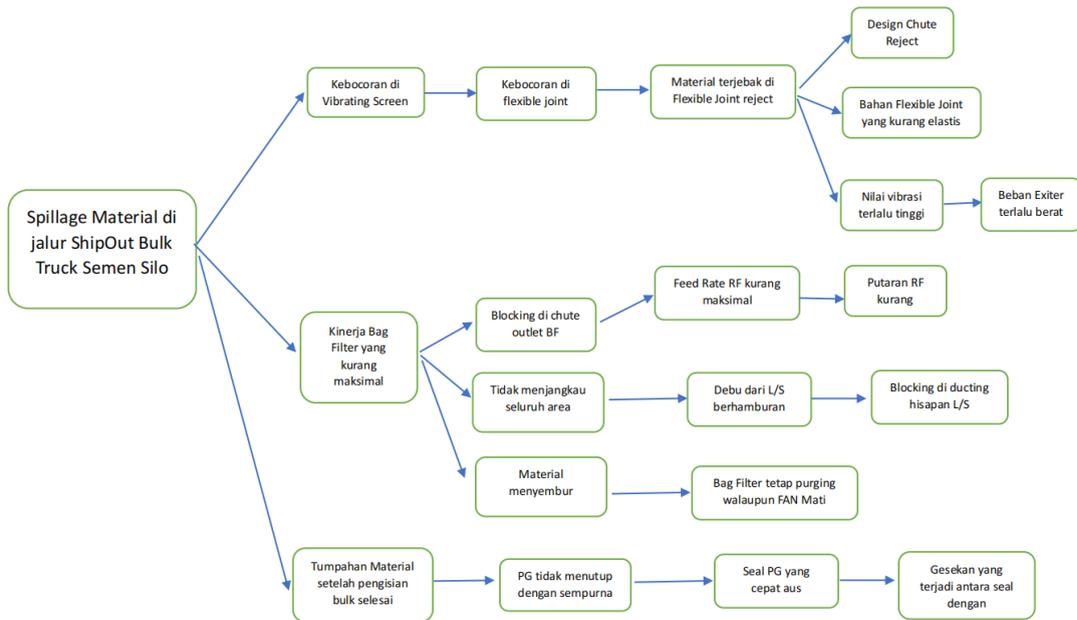
Gambar 1. Grafik *shipout bulk truck* PT.SBI. Tuban

Rencana pemindahan *equipment* pastinya membuat *bag filter* menjadi bekerja 2 kali lipat, sebab harus melayani dua *line* sekaligus. *Bag filter* 62B-BF1 yang terdapat di semen silo 2 (khusus RFP) sering terjadi *blocking* atau material yang menumpuk pada bagian *hopper* dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik *Blocking* di *Bag Filter*

Blocking di *hopper bag filter* mengakibatkan *line* pengisian *bulk truck* harus mati untuk pengosongan *hopper* dengan cara mengeluarkan material berupa semen. Tumpukan material yang dikeluarkan menyebabkan tumpukan material di *platform* ataupun lantai di semen silo 2.

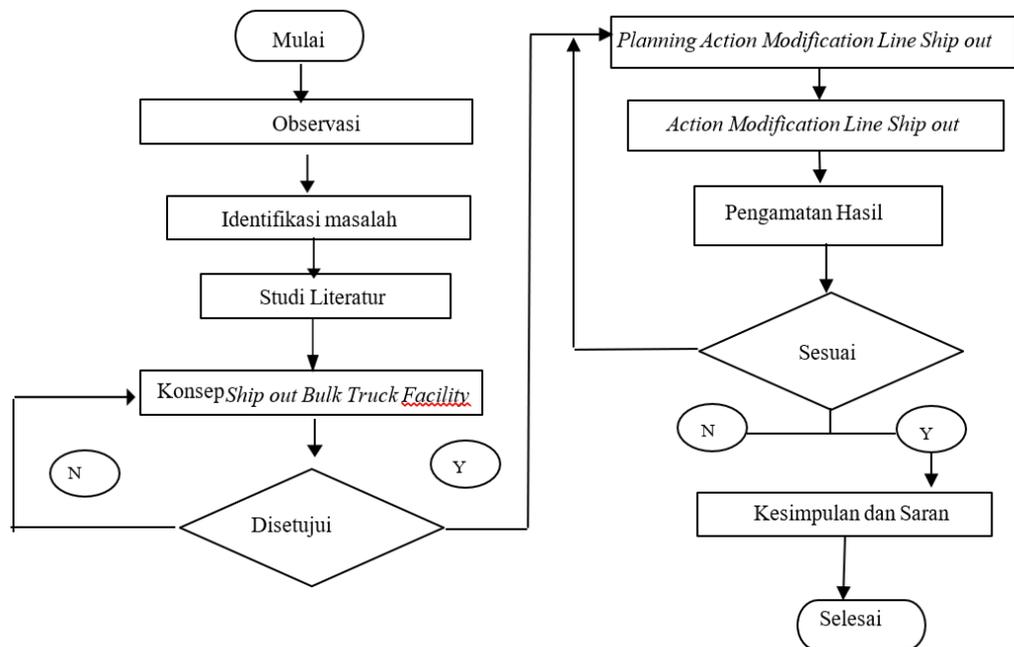


Gambar 3. Root cause analysis

Berdasarkan analisis pada gambar 3 di atas diperoleh beberapa akar masalah dari *spillage* material yang terjadi di semen silo 2 yang susah untuk dieliminasi. Sedangkan pada akar masalah yang lain dapat diatasi dengan modifikasi beberapa *equipmet* yang akan dibahas mendalam pada bab selanjutnya.

2. METODE PENELITIAN

Untuk mempermudah dalam pengerjaan, metode pelaksanaan dari tugas akhir menggunakan *flow chart diagram* yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir Metode Pelaksanaan

A. Observasi Lapangan

Pada tahap ini, penulis melakukan kegiatan pengamatan di lokasi yang akan di bangun *line* baru untuk *shipout bulk truck* secara langsung dan melakukan pengambilan data dan informasi melalui pengukuran dan pengecekan terhadap objek-objek yang berkaitan untuk pembuatan alat, yaitu komposisi susunan konstruksi dan ketersediaan material di *silo jetty*. Data dan informasi yang diperoleh antara lain:

- A. Lokasi modifikasi *equipment*
- B. *Equipment* apa saja yang perlu dimodifikasi

B. Identifikasi Masalah

Pembuatan Tugas Akhir ini didapatkan dari permasalahan yang terjadi di semen silo 2 (RFP).

C. Kebutuhan user

Pada tahap ini, penulis mencari informasi dan melakukan diskusi mengenai kebutuhan user terkait dengan proses modifikasi *line shipout bulk truck*. *User* yang dimaksud dalam hal ini adalah *mechanical engineering* PT. Solusi Bangun Indonesia Tbk. Sehingga diperoleh poin-poin kriteria yang berhubungan dengan alat tugas akhir ini.

D. Studi Literatur

Pada tahap ini, penulis mengumpulkan dan mencari referensi terkait tugas akhir dari buku, jurnal-jurnal penelitian, katalog dan akses internet, serta mempelajari informasi yang terkait dengan tugas akhir ini seperti konsep untuk menghitung kapasitas *feed rate* yang diperlukan, produk yang sudah memiliki paten dan keperluan *equipment* yang akan dimodifikasi dan pembautan.

E. Perancangan Desain

Pada tahap ini, penulis melakukan perancangan desain modifikasi hasil dari diskusi dan observasi,

F. Realisasi

Pada tahap ini, penulis melakukan proses realisasi dari hasil perancangan, Pelaksanaan fabrikasi yang dilakukan di *workshop* hingga *setting assembly* di area yang akan dijadikan tempat pemasangan Tugas Akhir.

G. Pengamatan hasil

Pada tahap ini, penulis melakukan pengamatan dari proses instalasi yang telah dilakukan, apakah konstruksi telah sesuai dengan desain yang telah dibuat, jika memungkinkan untuk pengamatan penggunaan *equipment* untuk mengetahui tingkat keberhasilan proses realisasi modifikasi ini.

H. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini, penulis mengemukakan kesimpulan berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan terhadap alat tugas akhir. Serta memaparkan berbagai saran yang dapat dimodifikasi pada alat tugas akhir yang telah direalisasikan agar mencapai kualitas yang lebih baik lagi.

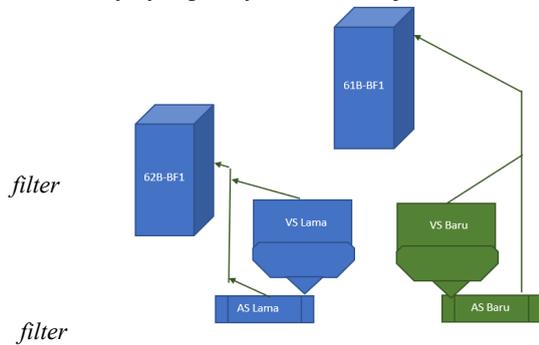
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

***Equipment* yang akan dimodifikasi**

Untuk menyesuaikan kondisi dan posisi pemindahan beberapa *equipment*, diperlukan beberapa modifikasi dari *equipment* dan *ducting hisapan* tiap *equipment*.

Ducting hisapan Bag Filter

Penambahan *line* pada *ship out bulk truck* di semen silo tipe RFP pastinya membutuhkan adanya tambahan *ducting* hisapan untuk *dedusting*. Penambahan *ducting* hisapan juga harus memerhatikan utilitas dari kedua bag filter, sebab penambahan *line shipout* ini juga membuat *bag filter* bekerja dua kali lipat dari sebelumnya yang hanya satu *line* saja.



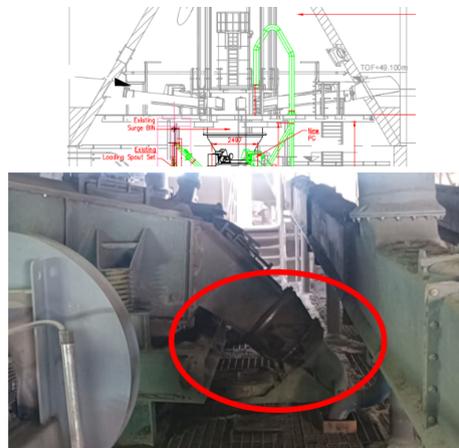
Tabel 1. Persentase utilitas bag filter

61B-BF1		
Flow Rate	6555	m ³ /h
AS baru	300	m ³ /h
VS baru	2500	m ³ /h
Persentasi	42.7155	%
62B-BF1		
Flow Rate	4012	7419 m ³ /h
VS lama	2500	2500 m ³ /h
AS lama	480	480 m ³ /h
AS lama	480	480 m ³ /h
Persentasi	23.9282	12.9397 %

Gambar 5. Layout ducting arah hisapan bag

Gambar 6. Desain ducting arah hisapan bag

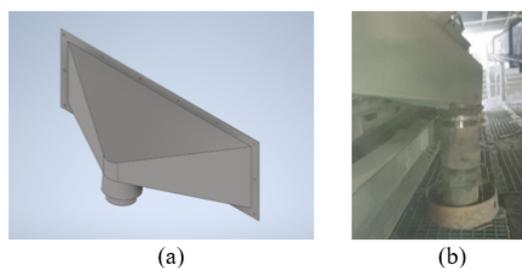
Modifikasi desain chute reject vibrating screen.



Terjadi kebocoran yang menjadi salah satu penyebab *spillage* material di silo 2 tepat pada bagian *flexible joint chute reject vibrating screen*. Kebocoran terjadi disebabkan oleh material *reject* yang terjebak tepat di *flexible joint*. Material yang terjebak tadi mengendap dan *flexible joint* mengembang dibagian bawah hingga terjadi kebocoran saat *vibrating screen* dalam kondisi aktif.

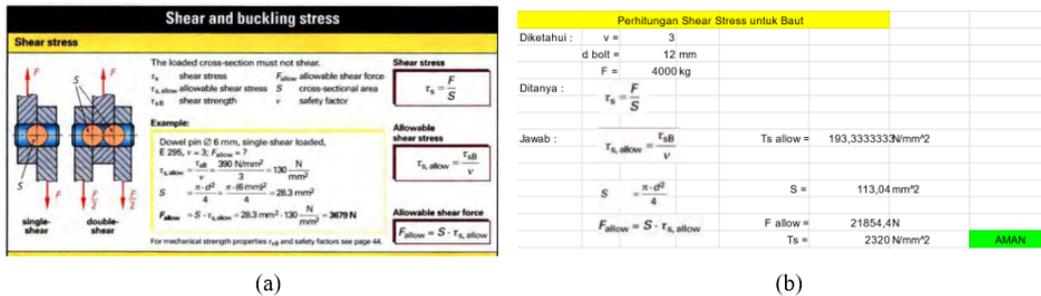
Gambar 8. Kebocoran di chute reject vibrating screen

Modifikasi yang dilakukan mengubah arah *ducting reject* menjadi vertikal agar material *reject* dapat turun dengan lebih baik. Modifikasi *chute reject* menjadi vertikal pada bagian *ducting* membuat material turun langsung tanpa ada potensi terejebak di *fleksibel joint*.



Gambar 9. (a) desain chute reject vibrating screen baru (b) hasil modifikasi chute reject vibrating screen

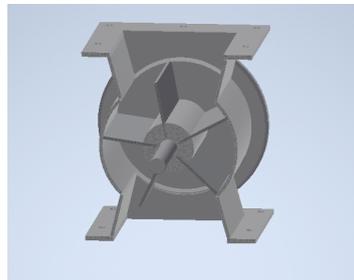
Perhitungan baut *flange chute reject vibrating screen*



Gambar 10. (a) rumus kekuatan baut memakai perhitungan *shear strength* (b) hasil perhitungan kekuatan baut

Untuk menuliskan simbol-simbol pada makalah ini, gunakan simbol yang telah disediakan oleh Microsoft Word. Simbol ini disisipkan dengan menggunakan menu *Insert* → *Symbol*. Huruf Yunani pada teks dituliskan secara miring (*italic*). Sebagai contoh, “Misalkan θ adalah sudut kemiringan bidang terhadap bidang miring”.

Rotary feeder



Gambar 11. *Rotary feeder*

Volume aktual saat beroperasi hanyalah 3/5 volume tabung *housing rotary feeder*. Adanya shaft juga menjadi pengaruh berkurangnya volume tabung *rotary feeder*:

Diameter tabung : 290 mm
 Panjang tabung : 330 mm
 $V_t : 3.14 \times 21025 \times 330$
 $: 21785105 \text{ mm}^3$

diameter *housing shaft*: 90 mm
 $V_h : 3.14 \times 2025 \times 330$
 $: 2.098.305 \text{ mm}^3$

Putaran *shaft blade*

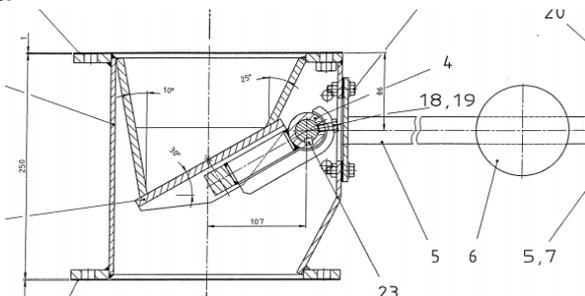
Rpm motor : 1405
 Ratio reducer : 7,5/100
 Rpm *shaft blade*

Jadi diperoleh ;
 $3/5V_t - V_h$
 $((3/5)21785105 \text{ mm}^3) - 2098305 \text{ mm}^3$
 $V_{net} : 12.772.758 \text{ mm}^3$

1405 x 7,5% : 18,73 rpm
 Total kapasitas *feed rate rotary feeder*
 $V_{net} : 18.73 \text{ rpm}$
 $12772758 \text{ mm}^3 \times 18.73 \text{ rpm}$
 $220.968.713 \text{ mm}^3/\text{mnt} = 220,968713 \text{ L/mnt}$

Apabila dikonversikan ke satuan detik 3,68381 L/dtk.

Flapper



Gambar 12. Flapper

Flapper di sini direncanakan sebagai fungsi untuk penahan material agar tidak turun langsung ke *equipment* selanjutnya di sini memakai *screw conveyor* yang mana hal tersebut akan menambah beban dari *screw conveyor*.

Fungsi lain dari *flapper* dan sangat penting ialah sebagai *air lock system* agar hisapan dari *bag filter* dapat bekerja dengan baik. Berikut adalah part list dari *flapper* yang direncanakan akan dipasang sebagai pengganti dari *rotary feeder*.

Tabel 2. Part list flapper

POLYSIUS						Assembly parts list Montagestückliste		Responsibility DIETRICH	Date 25.08.2012
Pos. Pos.	Quantity Menge	Unit ME	Description / Note	Benennung / Bemerkung	Part number Teilenummer	Drawing number Zeichnungsnummer	Weight [kg] Gewicht [kg]		
0001	1	ST	housing 200-200	Gehäuse 200-200	4619871		22,5		
0002	1	ST	flap 180 x 170	Klappe 180 x 170	4619891		11,9		
0003	1	ST	Shaft ø25 x 370	Welle ø25 x 370	2195093		1,4		
0004	1	ST	lever 109	Hebel 109	4619882		1,3		
0005	1	ST	lever	Hebel für Laufgewicht	5432161		2,6		
0006	1	ST	sliding weight 2,75 Standard: P 156	Laufgewicht 2,75 Norm: P 156	288950		2,6		
0007	1	ST	tensioning set 20 x 47 RFN 7012	Spannsatz 20 x 47 RFN 7012	6714730		0,2		
0008	2	ST	Flanged bearing housing I-120013	Flanschlagergehäuse I-120013	1126110		1,6		
0009	2	ST	self-aligning ball bearing 11204	Pendelkugellager 11204	1126100		0,4		
0010	2	ST	plate flange LI ø26	Blechflansch LI ø26	2195012		1,9		
0011	2	ST	felt ring 25-M5 Standard: DIN 5419	Filzring 25-M5 Norm: DIN 5419	219040				
0012	6	ST	Hexagon head screw M10 x 50-4.6-A3C Standard: ISO 4018	Sechskantschraube M10 x 50-4.6-A3C Norm: ISO 4018	16830		0,2		
0013	6	ST	Washer 10-200HV-A3C Standard: ISO 7090	Scheibe 10-200HV-A3C Norm: ISO 7090	11190				
0014	6	ST	Hexagon nut M10-5-A3C Standard: ISO 4034	Sechskantmutter M10-5-A3C Norm: ISO 4034	1152760		0,1		
0015	8	ST	hexagon head screw M8 x 25-4.6-A3C Standard: ISO 4018	Sechskantschraube M8 x 25-4.6-A3C Norm: ISO 4018	4048910		0,1		
Polysius order code Customer's code			Description / Note	Benennung / Bemerkung	Part number Teilenummer	Drawing number Zeichnungsnummer	Weight [kg] Gewicht [kg]		
D000470.4K1.KP01 / 0146 461-KL1			Flap valve 200 x 200	Pendelklappe 200 x 200	4619863	110.91.01-0461986 C	47,3		
Polysius code word TUBAFA						Created by BECKHOFF	Sheet 1 of 2		

Density atau masa jenis dari material berbeda-beda berdasarkan jenis atau tipe dari semen yang ada di semen silo. *Density* material dihitung untuk mendapatkan volume semen yang dibutuhkan agar katup dari *flapper* dapat terbuka sehingga semen dapat turun dengan sempurna.

Tabel 3 *density material*

Material	Weight (Kg)		Bulk Density (Kg/L)		Moisture
	Loose	Compact	Loose	Compact	
Cement GU	11.65	12.41	1.165	1.241	0.32
Cement RFP	11.67	12.67	1.167	1.267	0.295
Cement OPC	11.81	12.64	1.181	1.264	0.29
Cement Type V	11.75	12.67	1.175	1.267	0.3
Clinker Type I	13.23	14.71	1.323	1.471	0.051
Clinker Type II	13.11	14.73	1.311	1.473	0.055

$$W \times Lb = f \times Lk$$

$$(m.g) \times Lb = f \times Lk$$

$$m = \frac{f \times Lk}{Lb \times g}$$

$$(W+11,9) \times 107 = (2,75+2,6) \times 265$$

$$W = 1,35 \text{ kg}$$

Flapper hanya membutuhkan 1,35 kg untuk membuka katupnya. Dalam kata lain *flapper* hanya 1,157 L atau agar katup dapat terbuka.

Keterangan:

- W = beban (N)
- m = massa (kg)
- g = gravitasi (m/s^2)
- Lb = lengan beban (m)
- f = kuasa (N)
- Lk = lengan kuasa (m)

Kapasitas flapper



Gambar 13. Ruang di flapper

Kapasitas yang mampu didistribusikan oleh flapper dapat dihitung dari volume *extention* yang terdapat di atas flapper dan ruang tepat di atas flap atau katup dari flapper yang dapat dilihat pada gambar 13 di atas.

$$V_{\text{flap1}} : \frac{1}{2} \times AB \sin C \times T :$$

$$\frac{1}{2} 20510 \sin 30 \times 144 :$$

$$738.360 \text{ mm}^3$$

$$V_{\text{flap2}} : \frac{1}{3} \times 337 \times AB \sin C \times T :$$

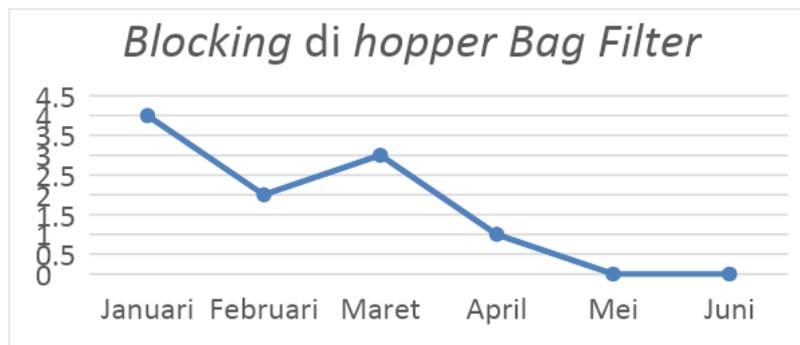
$$\frac{1}{3} \times 20510 \sin 30 \times 144 :$$

$$9.245.033,3 \text{ mm}^3$$

$$V_{\text{tot}} : 738.360 \text{ mm}^3 + 9.245.033,3 \text{ mm}^3$$

$$9.983.393,3 \text{ mm}^3$$

atau 9.9833933 L



Gambar 13 frekuensi blocking di hopper bag filter

4. KESIMPULAN

1. Utilitas bag filter
Utilitas bag filter dibawah angka 50% yang dimana hal tersebut membuktikan bahwa dengan ditambahnya equipment baru tidak memberatkan kinerja dari bag filter.
2. Blocking di hopper bag filter
Dengan penggantian output dari bag filter 62B-BF1 dari rotary feeder menjadi flapper menurunkan angka blocking di hopper bag filter tersebut hingga 0.
3. Mengurangi potensi spillage material di semen silo 2.

Tumpahan material dari flexible joint chute reject vibrating screen tidak kembali terjadi setelah penggantian model atau desain chute reject vibrating screen.

Referensi

1. ABB. (18-07-2022). Technical Information System.
2. Agus Susilo, Akhmad Zidni Hudaya, "Rancang Bangun Mesin Rotary Valve Pengumpan Biji Jagung Pada Pneumatic Conveying", 2022
3. Holcim, V-1 Mech Data Sheets-HIL, 2005
4. Ulrich Fischer Roland Gomeringer, Max Heinzler Roland Kilgus, Friedrich Naher, Stefan Oesterle, Heinz Paetzold, Andreas Stephan, "Mechanical and Metal Trades Handbook", english edition, 2010
5. Polysius, "Process Flowsheet," ed, 2012.