



Pengaruh Pemasangan *Suction Pre-Filter* Terhadap Konsumsi *Suction Main-Filter* Dan Konsumsi Listrik Pada *Centrifugal Kompresor IHI T2A200 – H* di Pabrik PT. XYZ

Roni Eko Yuwono¹, Djoko Setyanto¹

¹Program Studi Program Profesi Insinyur, Fakultas Biosains, Teknologi, dan Inovasi ,

Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya

E-mail: ronie_yuwono@yahoo.co.id

ABSTRAK

Kompresor udara menyumbang sebagian besar energi yang dikonsumsi, di mana energi tersebut merupakan konsumsi listrik yang digunakan untuk menjalankan kompresor dan biaya perawatannya, salah satunya adalah biaya konsumsi *suction filter*. Oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan terus menerus untuk menekan biaya operasional pabrik, salah satu caranya adalah dengan mengurangi konsumsi *suction filter* melalui modifikasi penambahan *suction pre-filter* dan diperoleh konsumsi listrik kompresor yang optimal. Metode yang digunakan dalam percobaan adalah dengan memvariasikan antara *suction pre-filter* (modifikasi *filter*) dan *suction main-filter* (*original filter*) sebagai parameter independent dibandingkan dengan Aliran Udara (m^3/jam), Arus (A) dan daya motor (kW) sebagai parameter dependent. Dianalisis untuk mendapatkan nilai yang paling optimal. *Suction pre-filter* dapat memperpanjang masa pakai *suction main-filter* dari masa pakai sebelumnya yaitu 2160 jam menjadi 8640 jam. Jadi persentase kenaikannya sebesar 300%, melebihi target biaya Perusahaan sebesar 30%, dan juga menurunkan biaya listrik.

Kata kunci :

Aliran Udara; Arus; Kompresor; Filter Utama; Pra-Filter

ABSTRACT

Air compressors contribute most of the energy consumed, where this energy is the consumption of electricity used to run the compressor and maintenance costs, one of which is the cost of consuming the suction filter. Therefore, continuous improvements need to be made to reduce factory operational costs, one of way is to reduce suction Main-filter consumption through modification by addition of suction Pre-filters and obtain optimal compressor electricity consumption. The methode used for the experiment is by varying between suction Pre-filter (modification filter) and suction Main-filter (original filter) as independent parameters compared with Air flow (m^3/hr), Current (A) and motor power (kW) as dependent parameters. Analyzed to get the most optimal value. The suction pre-filter can extend lifetime of suction main-filter from the previous lifetime is 2160 hours to 8640 hours. So the increasing percentage is 300%, this exceeds the Company's target cost of 30%, and reduce electricity cost.

Keywords :

Air-Flow; Current; Compressor; Main-Filter; Pre-Filter

1. PENDAHULUAN

Sistem udara bertekanan atau biasa disebut *Air Compressor* merupakan salah satu energi utama yang digunakan dalam dunia industri seperti kimia, kedokteran, tekstil, dan pembuatan kapal. Dan menurut data yang dilaporkan, energi yang dikonsumsi oleh sistem udara bertekanan

menyumbang 10% dari total konsumsi daya di UE (Uni Eropa) dan Tiongkok, dan 9% dari total konsumsi daya di Amerika Serikat, Malaysia, Tiongkok dan Afrika Selatan [1]. Sistem udara bertekanan terutama meliputi *filter*, kompresor udara, pendingin pengering udara (*Air Dryer*) dan peralatan pendukung lainnya. Kompresor udara menyumbang sebagian besar energi

yang dikonsumsi di mana energi tersebut adalah konsumsi dari listrik yang dipakai untuk menjalankan kompresor [2]. Di sisi lain pada operasional pabrik, salah satu penyumbang biaya tertinggi adalah biaya perawatan, oleh karena itu perlu melakukan penghematan terhadap biaya perawatan [3], salah satunya adalah konsumsi dari *suction filter*. Kinerja kompresor salah satunya dipengaruhi oleh

kontaminasi polutan yang akan berpengaruh terhadap peralatan

Pneumatik dan mengurangi ketahanan kerusakan sampai dengan 3 – 7 kali, 80% kerusakan pada jaringan pneumatik dikaitkan dengan buruknya kualitas udara [4]. Salah satu solusi untuk menangkap polutan udara adalah dengan proses filtrasi [5]. Berdasarkan data konsumsi filter hisap udara pada kompresor di PT. XYZ, diperoleh data sebagaimana pada Tabel 1.

Tabel 1. Konsumsi Filter Udara Pada Kompresor

Nama Kompresor	<i>Suction Filter (Main filter)</i>		
	Harga	Konsumsi/tahun	Total/tahun
IHI Kompresor 1	Rp7.469.000	4	Rp29.876.000
IHI Kompresor 2	Rp7.469.000	4	Rp29.876.000
IHI Kompresor 3	Rp7.469.000	4	Rp29.876.000
TOTAL BIAYA/TAHUN			Rp89.628.000

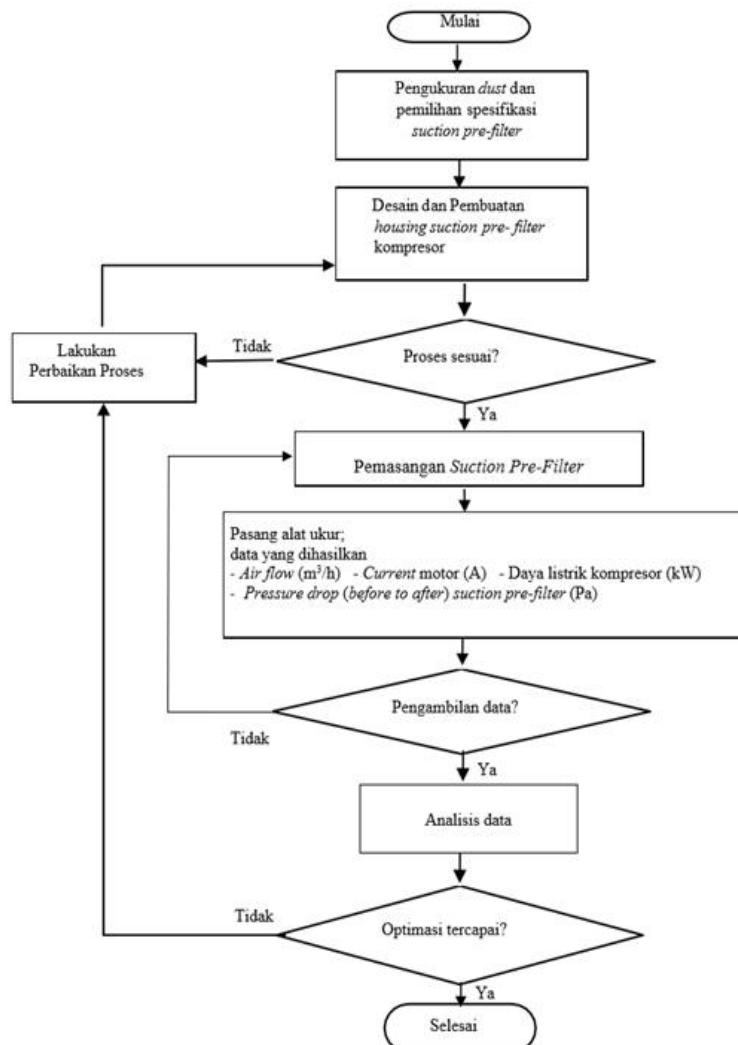
Berdasarkan penjelasan di atas maka dapat dijelaskan bahwa untuk mendapatkan optimasi pada daya kompresor dengan menggunakan tambahan filter yang tentu saja akan berdampak pada keuntungan pengguna kompresor dalam hal ini adalah Perusahaan PT. XYZ, maka dapat diambil sebagai permasalahan adalah: Apakah penambahan *pre-filter* hisap bisa memperpanjang umur pakai main-filter hisap sesuai dengan target Perusahaan (Target: 30% *cost reduce*).

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Langkah – langkah dalam melakukan penelitian ini dibuat langkah proses penelitian sehingga alur penelitian dapat berjalan dengan jelas dan juga sesuai dengan waktu yang telah ditentukan dengan penjelasan sebagai berikut:

1. Pengambilan *dust* (debu) yang diambil dari *main-filter*, setelah itu dilakukan pengukuran dimensi *dust*-nya ke laboratorium, kemudian dilakukan pemilihan spesifikasi *pre-filter* berdasarkan dimensi atau ukuran dari *dust*-nya.
2. Desain dan pembuatan *housing* berdasarkan dimensi *pre-filter* yang mana dipilih dari poin 1.
3. Memasang alat ukur untuk mendapatkan nilai *air flow*, *current motor*, daya listrik kompresor, tekanan (*pressure* sebelum dan sesudah *pre-filter*).
4. Melakukan pengambilan data untuk mendapatkan nilai *dependent* faktor sesuai point 3.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.2. Penentuan Kompresor

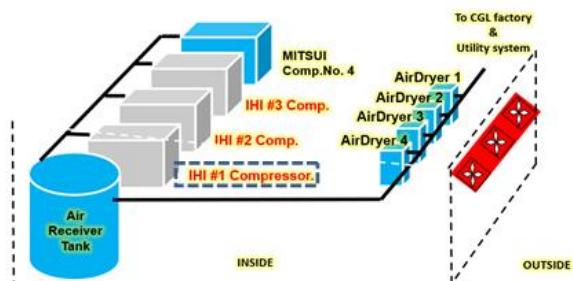
Kompresor yang akan digunakan untuk melakukan penelitian adalah

kompresor IHI no. #1 seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi Kompresor

Brand	: IHI #1
Type	: Turbo compressor T2A200 - H
Gas	: Air
Gas capacity	: 33.3 m3/min
Outlet pressure	: 0.8 MPa
Atom. Press	: 0.1013 MPa
Suction press	: 0.0993 MPa
Suction temp	: 35°C
Relative humidity	: 80%
Cooling inlet temp	: 32°C
Input speed	: 2960 min ⁻¹
Shaft power	: 230 kW

Dengan layout ruang kompresor seperti yang di tunjukkan pada Gambar. 2



Gambar 2. Layout Ruang Kompresor

2.3. Penentuan Parameter

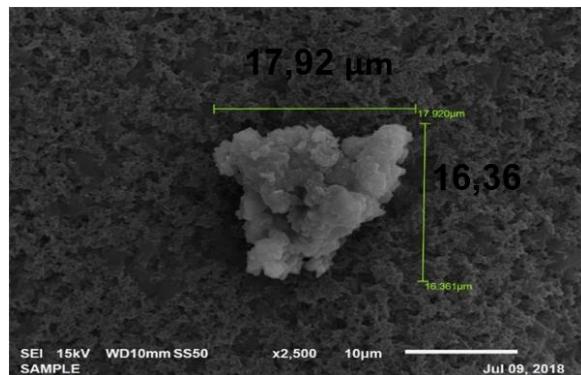
Setelah persiapan selesai maka dilakukan pengambilan data awal di mana parameternya sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Parameter Pengambilan Data Awal

Variasi No.	Faktor		
	Pressure (MPa)	Suction Filter	Operasional guide vane (%)
Kondisi awal	0,8	Main-filter	100
Kondisi improvement	0,8	Main-filter&pre-filter	100

2.4 Pemilihan Suction Pre-Filter

Pemilihan suction pre-filter dilakukan berdasarkan pengukuran dust-nya, hasil pengukuran ditunjukkan pada Gambar 3.

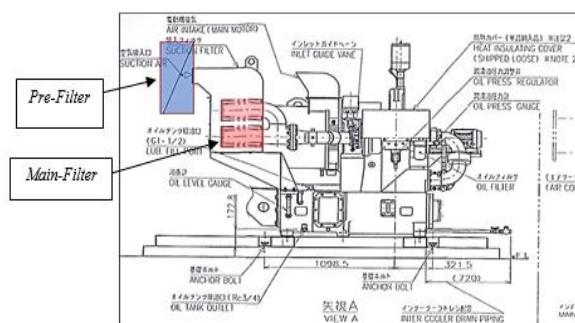


Gambar 3. Hasil pengukuran dust

Hasil pengukuran dimensi dust didapatkan bahwa besaran dust adalah lebih dari 10 μm . Oleh karena itu dipilih spesifikasi filter-nya sebagai berikut : Merek: Vilitopia VZD-95M-56F3; Efficiency of dust catch: 85% (on dust average 0,4 μm), 90% (on dust average 0,7 μm).

2.5 Konsep pemasangan Suction Pre-Filter

Konsep pemasangan pre-filter dapat dilihat pada Gambar 4



Gambar 4. Konsep pemasangan suction pre-filter

2.6 Komponen pengambilan data

- *Pilot tube flow sensor*

Pilot tube flow sensor di gunakan untuk mengukur aliran udara secara langsung pada outlet kompresor. Sensor mengadopsi perbedaan tekanan untuk menghitung *velocity* dan *flow rate*, ditunjukkan Gambar



Gambar 5. Pilot Tube Flow Sensor

- *Current Clamps*

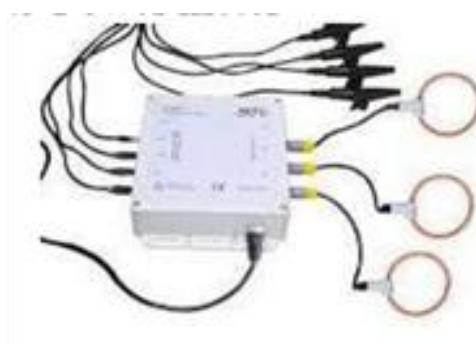
Rogowsky coil model current clamps digunakan untuk merekam arus listrik (*current*) dari kompresor, dapat ditunjukkan pada Gambar 6



Gambar 6. Current Clamps

- *Power Meter*

Power meter digunakan sebagai supplay power ke alat ukur, dapat ditunjukkan pada Gambar 7



Gambar 7. Power Meter

- Data Logger

Data logger dipakai untuk merekam semua data dari sensor (*pilot tube and*

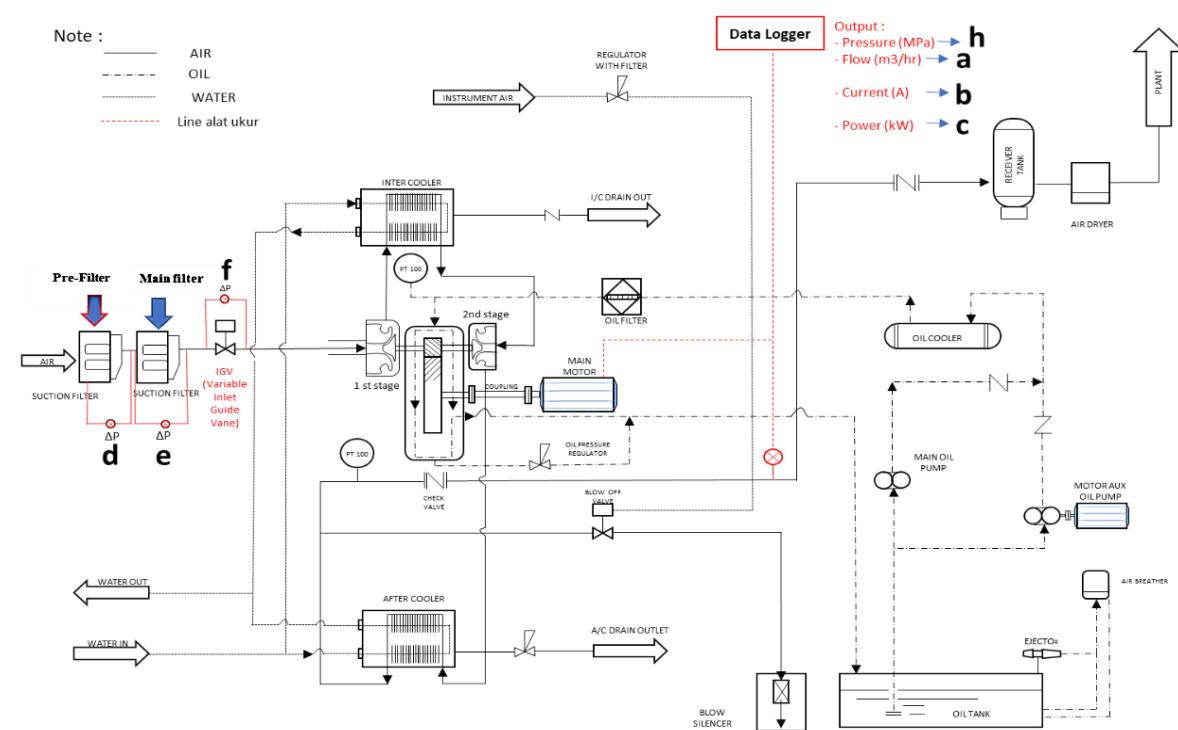
current clamp), dapat ditunjukkan pada Gambar 8



Gambar 8. Data Logger

Pengambilan data oleh data logger selama 10 menit yang di *record* setiap

detik, dengan konfigurasi pengambilan data seperti Gambar 9



Gambar 9. Konfigurasi pengambilan data

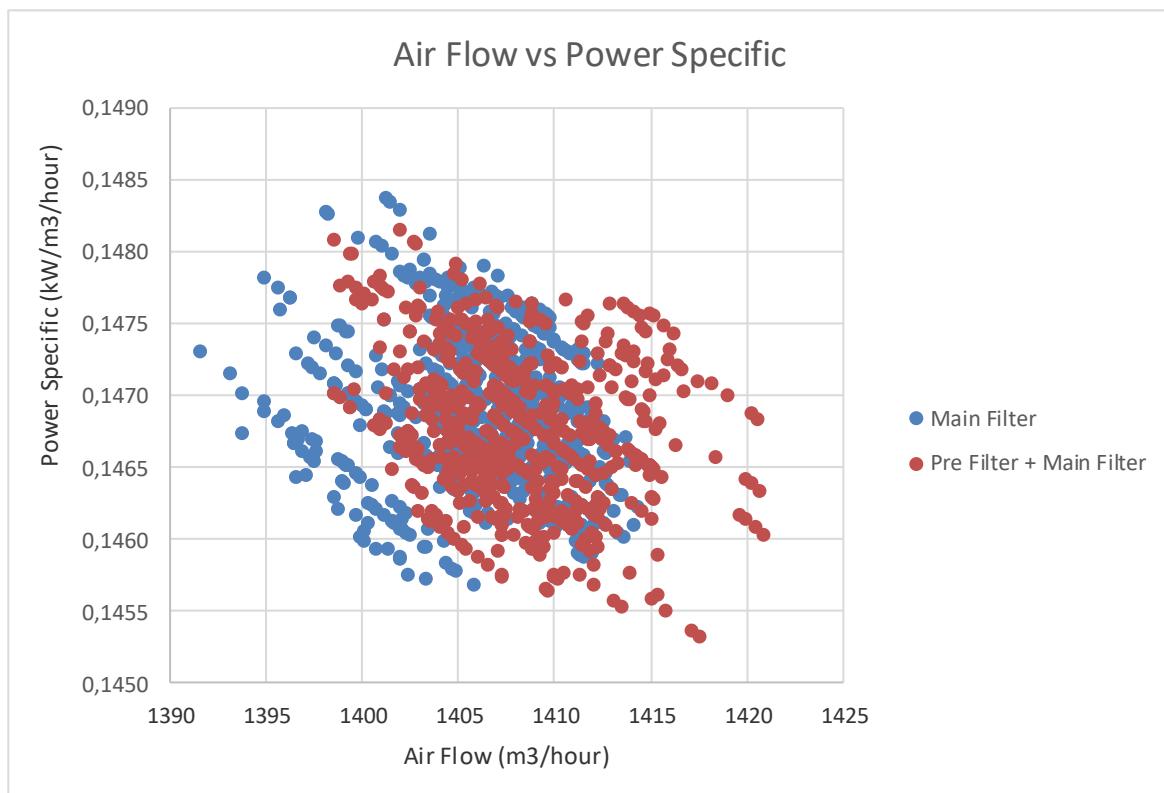
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Eksperimen

Berdasarkan hasil eksperimen maka diperoleh data hasil pengukuran rata – rata dapat dilihat pada Tabel 5

Tabel 5. Data Hasil Eksperimen

Variasi No.	Pressure (MPa)	Filter Hisap	Opening Guide vane (%)	Discharge Flow (m ³ /h) (a)	Motor Current (Ampere) (b)	Motor Power (KW) (c)	ΔP Pre-Filter (Pa) (d)	ΔP Main-Filter (Pa) (e)	ΔP Guide (Pa) (f)	Suction Temperature / Ambient Temperature (°C) (g)	Actual Pressure (MPa) (h)	Specific Power (kWh/m ³ /hr) (i)
Kondisi Awal	0,8	Main-Filter	100	1405,8	350,29	206,51	-	-	-	40	0,8	0,1469
Kondisi Improvement	1,8	Main-Filter & Pre-Filter	100	1408,09	350,78	206,67	40	-	-	40	0,8	0,1468



Gambar 10. Grafik hubungan Air flow terhadap Power specific

Pada grafik di atas (Gambar 10), dapat dilihat kecenderungannya bahwa *Air flow* (m³ /hour) yang di butuhkan *Suction Pre-Filter + Main filter* adalah lebih besar secara rata – rata dibandingkan apabila hanya menggunakan *Main-filter* saja.

3.2 Nilai Saving Cost

3.2.1 Kondisi Awal (Tekanan : 0,8MPa; Main filter; Operasional Guide Vane 100%)

Harga Listrik/kWh = Rp. 1.953; *Power specific* rata – rata = 0,1469 kW/m³/hour; *air flow* rata – rata yang dibutuhkan =1405,8 m³/hour; waktu operasi kompresor 1 tahun =

8.000 hours; Motor efisiensi = 94% = 0,94.

a. Konsumsi Listrik per tahun = (*power specific*/motor efisiensi) x *flow* yang dibutuhkan x waktu operasi kompresor 1 tahun

$$= (0,1469 \text{ kW/m}^3/\text{hour} / 0,94) \times 1405,8 \text{ m}^3/\text{hour} \times 8.000 \text{ hours}$$

$$= 1.757.549,1064 \text{ kWh}$$

b. Biaya Listrik per tahun = konsumsi Listrik per tahun x harga Listrik per kWh = 1.757.549,1064 kWh x Rp. 1.953 = Rp. 3.432.493.404,7992

3.2.2 Kondisi improvement (Tekanan : 0,8MPa; Pre-filter & Main-filter; Operasional Guide Vane 100%)

Harga Listrik/kWh = Rp. 1.953; *Power specific* rata – rata = 0,1468 kW/m³/hour; *air flow* rata – rata yang dibutuhkan = 1408,09 m³/hour; waktu operasi kompresor 1 tahun = 8.000 hours; Motor efisiensi = 94% = 0,94

a. Konsumsi Listrik per tahun = (*power specific*/motor efisiensi) x *flow* yang dibutuhkan x waktu operasi kompresor 1 tahun

$$= (0,1468 \text{ kW/m}^3/\text{hour} / 0,94) \times 1408,09 \text{ m}^3/\text{hour} \times 8.000 \text{ hours}$$

$$= 1.759.213,7191 \text{ kWh}$$

b. Biaya Listrik per tahun = konsumsi Listrik per tahun x harga Listrik per kWh
= 1.759.213,7191 kWh x Rp. 1.953

$$= \text{Rp. } 3.435.744.393,4023$$

Perhitungan nilai *saving cost* bisa dilihat dibawah ini:

1. Kondisi awal (tekanan: 0,8MPa; main filter; *opening guide vane* 100%) terhadap kondisi *improvement* (tekanan: 0,8MPa; *pre-filter* + *main-filter*; *opening guide vane* 100%) nilai *saving cost*-nya adalah sebagai berikut:

$$= \text{Biaya Listrik per tahun (awal)} -$$

Biaya Listrik per tahun (*Improvement*)

$$= \text{Rp. } 3.432.493.404,7992 - \text{Rp. } 3.435.744.393,4023$$

$$= -\text{Rp. } 3.250.988,6031$$

2. Nilai *saving cost* antara kondisi awal (tanpa *pre-filter*) dibandingkan dengan kondisi *improvement* (menambahkan *pre-filter*), untuk mengetahui apakah *saving cost* ini masih bisa menutup kenaikan biaya listrik, nilai *saving cost* nya adalah sebagai berikut:

$$= (\text{Saving cost filter per tahun}) + (\text{Selisih biaya listrik "awal" terhadap "Improvement"})$$

$$= \text{Rp. } 13.407.000 + (-\text{Rp. } 3.250.988,6031)$$

$$= \text{Rp. } 10.156.011,3969$$

3.2 Penimbangan Filter

Penimbangan dilakukan untuk mengetahui desain *suction pre-filter* bisa memperpanjang umur pakai *main-filter*, maka dilakukan proses penimbangan dan *lifetime* sebagai berikut:

- Kompresor sebelum dilakukan *improvement* penambahan *pre-filter* (Hanya menggunakan *main-filter*) bisa dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Penimbangan *Main – Filter* (sebelum dilakukan *improvement*) Terhadap *Lifetime*

No	Filter	Kondisi		Selisih berat (gram)	<i>Lifetime</i> (Hour)
		Baru (gram)	Bekas (gram)		
1	<i>Main-Filter</i>	1200	1250	50	2160

- Kompresor setelah dilakukan *improvement* penambahan *pre-filter*
- (*main – filter* & *pre – filter*) bisa dilihat di tabel 6.

Tabel 6. Hasil Penimbangan *Main – filter* Dan *Pre - filter* Terhadap *Lifetime* (Setelah Dilakukan *Improvement*)

No	Filter	Kondisi		Selisih berat (gram)	<i>Lifetime</i> (Hour)
		Baru (gram)	Bekas (gram)		
1	<i>Pre-Filter</i>	2100	2250	150	4320
2	<i>Main-Filter</i>	1200	1250	50	8640

Berikut ini adalah proses penimbangan *filter* ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Penimbangan Filter

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi awal (Tekanan: 0,8MPa; *main-filter*; *opening guide vane* 100%) terhadap kondisi *improvement* (tekanan: 0,8MPa; *pre-filter* + *main-filter*; *opening guide vane* 100%), didapatkan mengalami kenaikan sebesar Rp.3.250.988,6031 per tahun, akan tetapi apabila ditambahkan dengan *saving cost* dari *improvement* penambahan *pre-filter* yaitu Rp. 13.407.000, maka total *saving*-nya adalah Rp. 10.156.011,3969
2. Desain *pre-filter* hisap bisa memperpanjang umur pakai *pre-filter* hisap dari umur *suction main-filter* yang sebelumnya 2160 jam, menjadi 8640 jam. Sehingga kenaikan umurnya adalah 300%. Hal ini melebihi target *cost* dari Perusahaan yaitu 30% tercapai.

Berdasarkan penelitian tersebut di atas maka agar dapat menjadi lebih baik maka dimasa yang akan datang disarankan penelitian CAS (*Compressed Air Supply*) lebih ditingkatkan agar dapat menurunkan konsumsi Listrik mengingat konsumsi Listrik kompresor yang cukup mahal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Shen, Z. Li, N. Tan, and Y. Xiao, "Design and analysis of a suction pretreatment system for the air compressor," *Energy Convers. Manag.*, vol. 263, no. May, p. 115675, 2022, doi: 10.1016/j.enconman.2022.115675.
- [2] M. Ayoub, "Modeling Of Industrial Air Compressor System Energy by," no. December, 2018.
- [3] G. Zhang *et al.*, "Research on power grid operation and maintenance cost based on analysis of internal and external influence factors," *E3S Web Conf.*, vol. 329, 2021, doi: 10.1051/e3sconf/202132901068.
- [4] R. Jurayev, D. Xatamova, and S. Pardayeva, "Increasing the operating efficiency of mining compressor installations on the basis of improving the cooling, lubrication and air suction system," *E3S Web Conf.*, vol. 414, pp. 1–12, 2023, doi: 10.1051/e3sconf/202341703016.
- [5] A. C. C. Bortolassi *et al.*, "Composites based on nanoparticle and pan electrospun nanofiber membranes for air filtration and bacterial removal," *Nanomaterials*, vol. 9, no. 12, 2019, doi: 10.3390/nano9121740.