



Perancangan Sistem Penghisap Sisa Udara Pada Tabung Grease Pump Kapasitas 1 Liter

Sigit Panca Priyana^{1*}, Sigit Widiyanto², Komara Anggi Putra³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Duta Bangsa, Bekasi, Indonesia

Email Penulis Korespondensi: ¹ sigitpancapriyana123@email.com @email.com

Abstrak—Dalam produksi pelumas, persentase produk cacat tinggi seringkali disebabkan oleh udara terperangkap atau masalah porositas pada tabung grease, mengakibatkan kegagalan mencapai nilai berat pelumas yang diinginkan. Untuk mengatasi masalah tersebut, dirancang suatu sistem penghisapan udara sisa pada tabung grease dengan menggunakan pengumpulan data, perhitungan, perbandingan, dan analisis grafik. Tujuan dari sistem ini adalah untuk mengurangi persentase produk cacat greasing hingga 15% pada proses produksi dengan memperhitungkan faktor-faktor udara yang terjebak atau isu porositas atau cacat pada kepadatan dalam tabung grease. Melalui perhitungan yang dilakukan, diperoleh kebutuhan kapasitas pompa vakum untuk volume tabung grease sebesar 0,0064 m³/h atau 6,36 L/min, dengan flow rate pompa vakum 0,00004 m³/s. Perubahan tekanan ruang tabung grease diestimasi mencapai 888675 Pa atau setara dengan 8,9 bar dan 90644,85 kg/m². Daya pompa vakum yang dibutuhkan adalah sekitar 1,05 watt dengan efisiensi 50%, dan waktu hisap pompa untuk start up adalah 0,5 detik. Kekakuan pada tabung grease pump dijaga pada 40 mmHg atau 5.3 kPa, dan nilai indikator tekanan vakum harus stabil pada -0,99 MPa. Hasil perancangan menunjukkan bahwa kebutuhan kapasitas flow rate pompa vakum hasil perhitungan adalah sekitar 2,34 L/min, yang lebih kecil dari kapasitas pompa yang tersedia di pasaran dengan nilai terkecilnya 1,8 CFM atau setara dengan 51 L/min. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa dengan implementasi sistem penghisap udara sisa ini, persentase produk cacat greasing dapat diturunkan menjadi 14,5% pada proses produksi pada mesin greasing.

Kata Kunci: Tekanan udara, Gaya, Pompa Vakum, Tabung Grease, Sistem Pneumatic, Perancangan Sistem Penghisap, Bill Of Material, Gambar design

Abstract— In lubricant production, a high percentage of defective products is often caused by trapped air or porosity issues in grease tubes, resulting in failure to achieve the desired lubricant weight. To address this problem, a residual air suction system was designed for grease tubes using data collection, calculations, comparisons, and graphical analysis. The aim of this system is to reduce the percentage of defective greasing products by up to 15% in the production process by considering factors such as trapped air, porosity, or density defects in the grease tubes. Through the calculations performed, the vacuum pump capacity required for the grease tube volume was determined to be 0.0064 m³/h or 6.36 L/min, with a vacuum pump flow rate of 0.00004 m³/s. The change in pressure in the grease tube space was estimated to reach 888675 Pa or equivalent to 8.9 bar and 90644.85 kg/m². The vacuum pump power required is approximately 1.05 watts with 50% efficiency, and the pump suction time for startup is 0.5 seconds. The vacuum level in the grease pump tube is maintained at 40 mmHg or 5.3 kPa, and the vacuum pressure indicator value must remain stable at -0.99 MPa. The design results indicate that the required vacuum pump flow rate capacity is approximately 2.34 L/min, which is smaller than the pump capacities available in the market, with the smallest value being 1.8 CFM or equivalent to 51 L/min. Therefore, it can be concluded that with the implementation of this residual air suction system, the percentage of defective greasing products can be reduced to 14.5% in the production process of the greasing machine.

Keywords: Air pressure, force, vacuum pump, grease tube, pneumatic system, suction system design, bill of materials, design drawings

I. PENDAHULUAN

Revolusi industri 4.0 telah membawa dunia industri ke era digitalisasi yang mempengaruhi sistem produksi secara fundamental. Integrasi semua data yang diperlukan dalam proses produksi dan manajemen ke dalam sistem digital memungkinkan akses yang mudah bagi semua pihak yang berkepentingan tanpa perlu melibatkan proses pencarian yang rumit. Sebaliknya, di masa industri 3.0, fokus utama industri adalah pada otomatisasi proses-produksi, di mana mesin-mesin produksi lebih dipilih untuk menggantikan peran tenaga kerja manusia. Meskipun hal ini menyebabkan peningkatan output dan konsistensi produk, namun berdampak negatif terhadap pemutusan hubungan

kerja dan semakin terbatasnya lapangan pekerjaan bagi masyarakat.

Dengan dimulainya revolusi industri ketiga pada abad ke-20, Indonesia dihadapkan pada tantangan untuk mengikuti perkembangan industri global. Dampak negatif yang timbul dari revolusi industri tersebut juga turut dirasakan oleh industri di Indonesia. Peningkatan efisiensi dan produktivitas di setiap departemen industri menjadi indikator penting yang mendukung penerapan industri 3.0. Meskipun Indonesia mengalami keterlambatan dalam mengadopsi revolusi ini, namun peningkatan efisiensi dan produktivitas yang dirasakan oleh industri-industri besar sangat signifikan, terutama dalam penurunan biaya produksi.

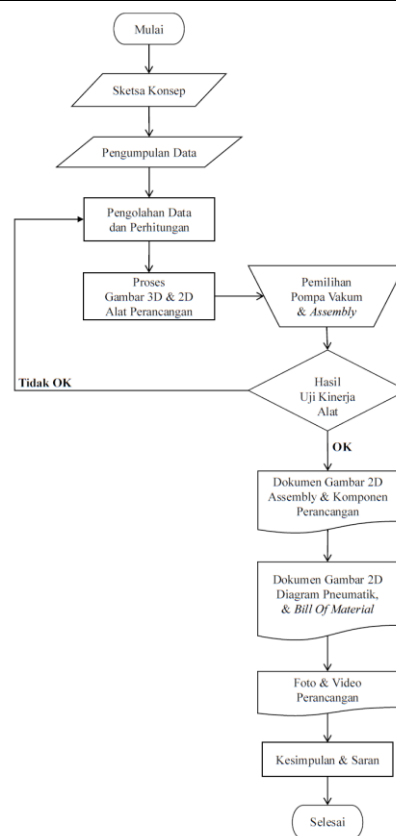
Salah satu peralatan yang umum digunakan dalam industri manufaktur adalah tabung grease pump, yang berfungsi untuk mengaplikasikan pelumas pada manifold mesin dan peralatan lainnya. Namun, seringkali udara yang tersisa dalam tabung grease pump mengganggu proses pengaplikasian pelumas. Oleh karena itu, diperlukan sistem penghisap sisa udara pada tabung grease pump. Salah satu solusi yang digunakan adalah penggunaan vacuum pump yang sesuai dengan analisis masalah pada tabung grease. Namun, penggunaan vacuum pump harus dilengkapi dengan komponen indikator pneumatik yang tepat agar dapat bekerja secara efisien dan efektif. Untuk merancang dan mengimplementasikan sistem penghisap sisa udara yang efisien pada tabung grease pump, dengan menggunakan vacuum pump yang sesuai dengan kebutuhan dan dilengkapi dengan komponen indikator pneumatik yang tepat. Dengan demikian, diharapkan dapat mengatasi masalah udara tersisa dalam tabung grease pump dan meningkatkan efisiensi dalam proses pengaplikasian pelumas pada industri manufaktur.

II. METODE PENELITIAN

Proses perancangan sistem penghisap sisa udara ini dipilih berdasarkan penelitian dilapangan untuk mempercepat proses perakitan mesin greasing serta tidak mengulangi pembuangan grease yang telah diisi kedalam tabung yang mengalami campuran udara yang terjebak didalamnya agar mencapai standar spesifikasi yang diinginkan, agar meningkatkan kapasitas produksi pada mesin ini. Dalam perancangan mesin ini akan dirancang dan dihitung dengan objek kerja dilapangan supaya lebih mudah dalam proses penelitian.

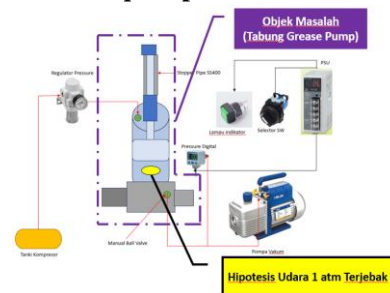
Konsep desain yang dibuat harus memenuhi dengan standart material yang sudah ditetapkan dan mudah dalam pengaplikasiannya dan memenuhi dengan kebutuhan perusahaan. Dari segi material yang digunakan serta kekuatan meterial yang digunakan. Evaluasi desain mestinya sesuai dengan perancangan dan perhitungan yang sudah dilakukan penelitian terlabih dahulu.

Berikut adalah urutan (*flowchart*) metode Perancangan sistem penghisap sisa udara pada tabung grease pump kapasitas 1 liter.



Gambar 1. Diagram Alir Perancangan

Mekanisme Kerja Sistem Penghisap Sisa Udara Pada Tabung Grease Pump Kapasitas 1 liter



Gambar 2. Skema Pemakuman Tabung Grease

Hubungkan coupler dari selang kompresor terhadap coupler regulator, dan setting angka regulator yang sudah terhubung dengan pressure gauge analog yang tekanan angin masuknya di 0,2 MPa. Yang nantinya selang keluaran dari filter regulator dan pressure gauge ini akan di hubungkan ke fitting atas bagian tabung grease pump, dan distop dengan plate stopper agar piston grease tidak turun dan tetap menahan tekanan udara 0.2 MPa yang diberikan.

Selanjutnya hubungkan selang dari alat vakum standar ke fitting saluran pengeringan yang ada di samping tabung grease pump. Dan bisa langsung untuk power input 220

volt di koneksikan ke aliran listrik, setelah semua rangkaian selang pneumatik.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian perancangan sistem penghisap sisa udara pada tabung grease pump kapasitas 1 liter. Selain itu, hasil tersebut juga akan dibahas untuk menjelaskan aspek-aspek penting yang terkait dengan perancangan dan fungsionalitas alat tersebut.

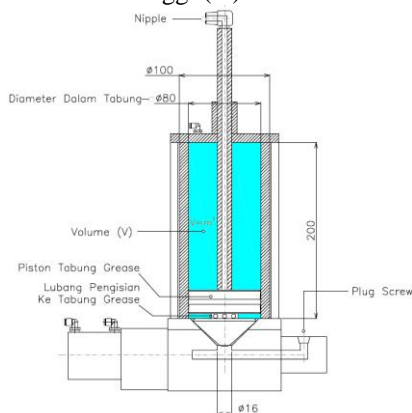
Menghitung Volume Pada Tabung Grease

Berdasarkan data Untuk langkah awal, perhitungan pada tabung grease mencari nilai volume itu sendiri yang dapat dihitung dengan rumus:

$$V = \pi \times r^2 \times t \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

- V = Volume (m³)
- π = Phi 3,14 (Nilai Konstanta)
- r = jari-jari (m)
- t = Tinggi (m)



Gambar 3 Volume Tabung Grease

$$\begin{aligned} \text{Volume } 1 \text{ m}^3 &= 1000 \text{ liter} \\ V &= \pi \times r^2 \times t \\ &= 3,14 \times 0,04^2 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} \\ V &= 0,001 \text{ m}^3 = 1,00 \text{ l} \end{aligned}$$

Pada gambar 1. di atas terdapat beam berdimensi panjang 200 mm dan berdiameter 80 mm yang diasumsikan sebagai tabung, sehingga volume tabung grease diketahui sebesar 0,00100480 m³ atau setara 1,0048 L.

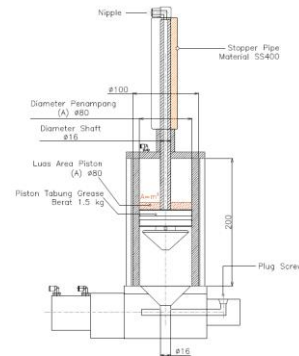
Menghitung Luas Area Piston Tabung Grease

Data yang diketahui untuk mencari luas penampang piston dalam tabung grease dari tabel 3.2 pada tabung grease pump dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$A = \frac{\pi}{4} \times d^2 \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

- A = Luas Area (m²)
- π = Phi 3,14 (Nilai konstanta)



Gambar 4 Luas Area Piston Tabung Grease

$$\text{Luas Area } 1 \text{ m}^2 = 10.000 \text{ cm}^2 = 10^6 \text{ mm}^2$$

Jika diketahui:

- Diameter Piston = 80 mm = 0,8 m
- Diameter Shaft Piston = 16 mm = 0,016 m

Maka luas area piston:

$$\begin{aligned} A1 &= \frac{\pi}{4} \times d^2 \\ &= \frac{3,14}{4} \times 0,08^2 \\ &= 0,0050 \text{ m}^2 \\ A1 &= 0,0050 \text{ m}^2 = 50 \text{ cm}^2 \\ &= 5.000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jadi untuk luas area pada diameter piston tabung i adalah 0,005 m² atau setara 50 cm². Dan luas area pada shaft piston dengan diameter 0,016 m dengan perhitungan dibawah ini.

$$\begin{aligned} A2 &= \frac{\pi}{4} \times 0,016^2 \\ &= \frac{3,14}{4} \times 0,016^2 \\ &= 0,00020 \text{ m}^2 \\ A2 &= 0,00020 \text{ m}^2 = 2 \text{ cm}^2 = 200 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Maka luas area piston yang dikurangi dengan luas area shaft piston adalah

$$\begin{aligned} A &= A1 - A2 \\ &= 0,0050 \text{ m}^2 - 0,00020 \text{ m}^2 \\ A &= 0,0048 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

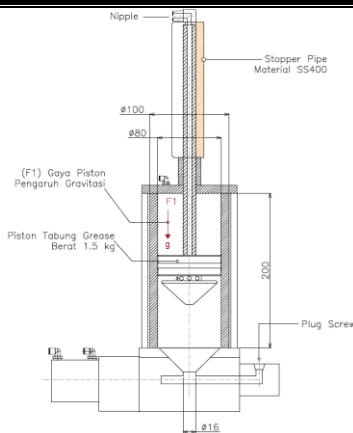
Menghitung Gaya Pada Luas Penampang Piston Tabung Grease Yang Dipengaruhi Percepatan Gravitasi (F1)

Berdasarkan pengumpulan data pada tabel 3.2 untuk menghitung gaya benda dari piston itu sendiri dikarenakan adanya percepatan gravitasi dari piston tersebut maka dapat dihitung dengan rumus:

$$F1 = m \cdot g \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

- F1 = Berat dalam newton (N)
- m = Massa (kg)
- g = Percepatan gravitasi (9,81 m/s²)
- Gaya 1 N = 0.102 kgf



Gambar 5. Gaya Gravitasi Piston Tabung Grease

Jika diketahui:

$$m = 1,50 \text{ kg} = 14,72 \text{ N} \text{ (diambil dari data tabel 3.2)}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

Maka:

$$F1 = m \cdot g$$

$$= 1,5 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$F1 = 14,72 \text{ N} = 1,50 \text{ kgf}$$

Maka dengan berat piston tabung grease 1,5 kg yang dipengaruhi percepatan gravitasi menghasilkan gaya (F1) sebesar sebesar 14,72 N atau 1,50 kgf.

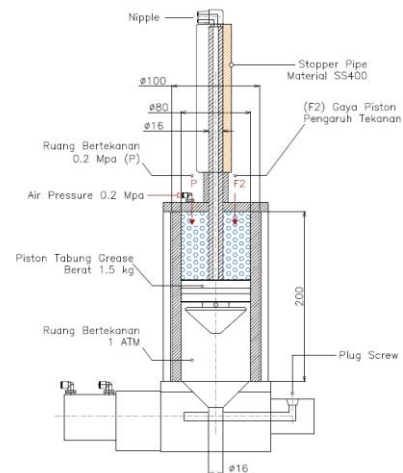
Menghitung Gaya Piston Pada Tabung Grease Pump (F2)

Pada bagian ini menghitung gaya pertama (F2) pada piston tabung grease yang diberikan tekanan jika dilihat dari data tabel 3.2 besaran tekanan angin yang diberikan adalah 0,2 Mpa. Maka dapat dihitung dengan rumus:

$$F2 = p \times A \text{ (4)}$$

Dimana:

- F² = Gaya (N)
- p = Tekanan (Pa)
- A = Luas Permukaan (m²)
- Gaya 1 N = 0.102 kgf
- 1 MPa = 10 bar = 10⁶ Pa
- 1 atm = 101,325 kPa



Gambar 6. Gaya Piston Bertekanan Pada Tabung Grease

Diketahui:

$$p = 0,2 \text{ Mpa} = 200.000 \text{ Pa}$$

$$A = 0,005 \text{ m}^2$$

Maka:

$$F2 = p \cdot A$$

$$= 200.000 \text{ Pa} \cdot 0,0048 \text{ m}^2$$

$$F2 = 964,61 \text{ N}$$

$$= 98,36 \text{ kgf}$$

Dari hasil perhitungan dengan rumus di atas (2.4) gaya pertama (F2) yang diberikan pada piston tabung grease dengan tekanan angin 0,2 MPa atau sebesar 200.000 Pa adalah 964,61 N atau sama dengan 98,36kgf.

Menghitung Total Gaya Pada Piston Tabung Grease Pump (TF)

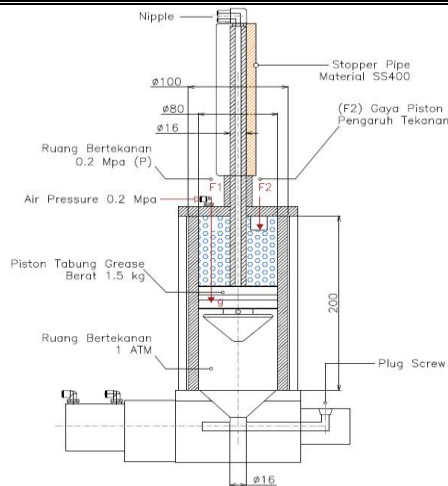
Maka untuk menghitung total gaya yang dipengaruhi tekanan angin (F2) adalah 1004,8 N dan luas area piston dan ditambah gaya massa benda yang dipengaruhi percepatan gravitasi (F1) adalah 14,72 N bisa dihitung dengan rumus:

$$TF = F1 + F2 \text{ (.5)}$$

Dimana:

- TF = Total Gaya (N)
- F1 = Gaya ke 1 (N)
- F2 = Gaya ke 2 (N)

$$\text{Gaya 1 Newton} = 0.101972 \text{ kgf}$$



Gambar 7. Total Gaya Pada Piston Tabung Grease

Diketahui:

F1 = 14,72 N
 F2 = 1004,80 N

Maka:

$$TF = F1 + F2$$

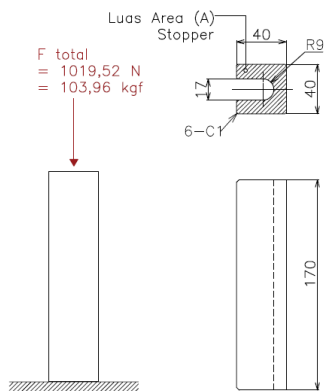
$$TF = 14,72 \text{ N} + 964,61 \text{ N}$$

$$TF = 979,32 \text{ N} = 99,86 \text{ kgf}$$

Maka dari total gaya (TF) yang didapatkan pada piston tabung grease yang dipengaruhi gaya gravitasi dan diberi tekanan angin sebesar 0.2 MPa atau 200.000 Pa sebesar 979,32 N atau sama dengan 99,86 kgf.

Menghitung Gaya Tegangan atau Gaya Tekan Pasa Stopper Material SS400

Stopper dengan material SS400 adalah salah satu jenis baja struktural yang umum digunakan, dan nilai modulus elastisitasnya (E) bervariasi tergantung pada kondisi termal, perlakuan panas, dan parameter lainnya. Sebagai panduan kasar, nilai modulus elastisitas untuk baja umumnya berkisar antara 190 hingga 210 GPa (giga Pascal).



Gambar 8. DBB Stopper Piston Grease

Rumus umum untuk menghitung tegangan pada material, termasuk SS400 (jenis baja struktural)
 $\sigma = F/A$ (6)

Dimana:

σ = Tegangan (N/m²)
 F = Gaya yang bekerja (N)
 A = Luas area (m²)

Diketahui:

F = 1019,52 N
 A = 0.0016 m²

Maka:

$$\sigma = F/A$$

$$= 1019,52 \text{ N} / 0.0016 \text{ m}^2$$

$$= 637.197 \text{ N/m}^2$$

$$= 64976 \text{ kg/m}^2$$

Besarnya gaya tegangan yang terjadi pada stopper dengan material SS400 yang diberi gaya tekanan angin sebesar 0,2 MPa dan pengaruh gravitasi pada piston itu sendiri menghasilkan gaya tegangan sebesar 637.197 N/m² maka jika dikonversi ke satuan MPa sesuai dari tabel 2.1 Properties Material SS400 dengan nilai tegangan yang diizinkan minimum 205 MPa dan maksimum 245 MPa maka dari nilai tegangan yang didapat 637.197 N/m² sama dengan sebesar 0,64 Mpa, masih lebih kecil dari pada nilai batas minimum yang diizinkan material itu sendiri.

Menghitung Kebutuhan Kapasitas, dan Daya Pompa Vakum

Untuk menghitung kapasitas pompa vakum dan daya pompa vakum, kita dapat menggunakan persamaan dasar yang menghubungkan volume, tekanan, waktu, kapasitas pompa vakum, dan daya pompa vakum.

Hal ini bertujuan untuk memilih tipe dan kapasitas pompa vakum yang sudah banyak beredar di pasaran, yang nantinya akan digunakan untuk perancangan alat ini supaya sesuai kebutuhan dan bisa mengcover kebutuhan dari pompa vakum itu sendiri untuk masalah yang terjadi saat ini dan masalah kedepannya.

Diketahui dari perhitungan diatas untuk kapasitas volume udara sebesar 0,001 m³ atau setara 1 L, serta nilai tekanan yang diinginkan pada proses pemakuman ini adalah -0,99 Mpa dengan durasi waktu selama 2 menit. Untuk lebih jelasnya lihat di tabel .1.

Kapasitas Pompa Vakum

Langkah pertama adalah menghitung tekanan awal (P1) dalam ruang yang akan divakum. Kita asumsikan tekanan awal adalah tekanan atmosfer sekitar 101325 Pa. Kemudian, dapat menggunakan persamaan untuk menghitung kapasitas pompa vakum (Q):

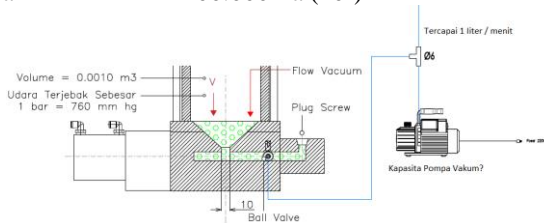
$$Q = \frac{(V \times P)}{(t \times 60)} \dots\dots\dots (7)$$

Dimana:

Q = Kapasitas pompa vakum (L/min atau m³/h)

V = Volume udara (L atau m³)
 P = Tekanan yang diinginkan (Pa atau torr)
 t = waktu yang dibutuhkan untuk mencapai tekanan (s atau min)

1 atm = 101325 Pa 1 Pa = 1 N/m² = 760 torr
 1 atm = 101.325 kPa = 1,033227 kg/cm²
 1 bar = 100.000 Pa (10⁵)



Gambar 9. Kebutuhan Kapasitas Pompa Vakum

Diketahui:

V = 0,0010 m³ (Hasil Rumus .1)
 P = 760 torr (1 atm)
 t = 2 min

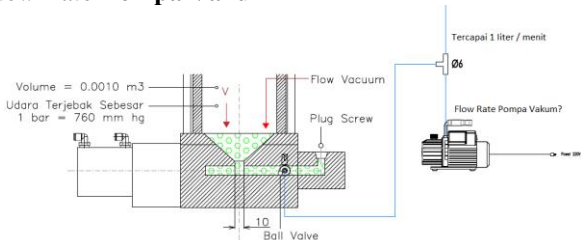
Maka:

$$Q = \frac{(V \times P)}{(t \times 60)} = \frac{(0,0010 \text{ m}^3 \times 760 \text{ torr})}{(2 \text{ min} \times 60)}$$

$$Q = 0,0064 \text{ m}^3/\text{h} = 6,36 \text{ L/min}$$

Jadi kapasitas laju aliran udara pompa vakum dengan hasil perhitungan rumus diatas sebesar 0,0064 m³/h atau setara 6,36 L/min untuk kapasitas volume udara 1 L pada tabung grease.

Flow Rate Pompa Vakum



Gambar 10. Luas Penampang Pembuangan (Flow Rate)

Pada gambar 10 lubang berdiameter 10 mm adalah lubang pembuangan yang di lalui udara pada saat proses pemakaman. Pada perhitungan ini mengasumsikan data kecepatan debit aliran meilhat pada tabel yang ada dikatalog standar part vakum yang akan digunakan. Yang memiliki persamaan:

Q = v × A (8)
 Dimana:

Q = Debit aliran udara yang dihisap (m³/s)
 v = Kecepatan aliran udara yang diinginkan (m/s)
 A = Luas penampang saluran hisap (m²)

Diketahui:

v = 0,5 m/s
 A = 0,01 m = 0,005² m = 0.000025 m x 3,14 = 0.000079 m²

Maka:

$$Q = v \times A = 0,5 \text{ m/s} \times 0.000079 \text{ m}^2 = 0,00004 \text{ m}^3/\text{s} \text{ atau } 0,039 \text{ /s} \times 60 \text{ s} = 2,34 \text{ L/min}$$

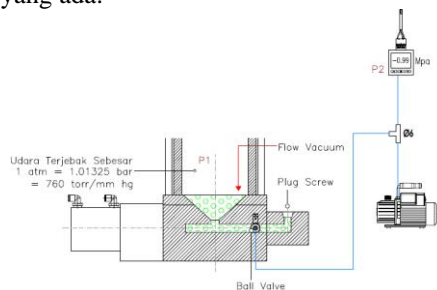
Maka *flow rate* sebesar 0.00004 m³/s atau 0,039 L/s dalam satu menit adalah 2,34 L/min jika dalam spesifikasi pompa vakum yang didapatkan menurut katalog produk sebesar 51 L/min atau 25 kalinya pompa yang dibeli maka 0,039 L/s sama dengan 2,34 L/min untuk laju aliran udara pada lubang pembuangan udara yang berdiameter 10 mm atau 0,01 m.



Gambar 11. Spesifikasi Pompa Vakum yang dibeli

Perubahan Tekanan Pada Ruang Tabung Grease

Setiap perubahan tekanan dalam tabung grease dapat mempengaruhi kelancaran aliran grease melalui saluran-saluran yang ada.



Gambar 12. Perubahan Tekanan

Maka menggunakan persamaan berikut:

$$\Delta P = P2 - P1 \text{ (9)}$$

Dimana:

ΔP = Perubahan tekanan (Pa)
 P2 = Tekanan vakum akhir (Pa)
 P1 = Tekanan Awal (Pa)

1 atm = 1,01325 bar = 101325 Pa = 101,325 kPa
 1 Mpa = 10 bar = 10⁶ Pa

Diketahui:

P2 = 990000 Pa
 P1 = 101325 Pa

Maka:

$$\Delta P = P2 - P1 = 990000 \text{ Pa} - 101325 \text{ Pa} = 888675 \text{ Pa}$$

Maka didapat perubahan tekanan yang terjadi pada tabung grease sebesar 888675 Pa atau setara 8,9 bar dan setara 9,06196306 kg/m².

Daya Pompa Vakum

$$P = (Q \times \Delta P) / (\eta \times 3600) \dots\dots\dots (10)$$

Dimana:

- P = Daya pompa vakum (watt)
- Q = Kapasitas pompa vakum (m³/s/ atau h)
- ΔP = Perubahan tekanan awal dan akhir (Pa)
- η = Efisiensi (%)

Diketahui:

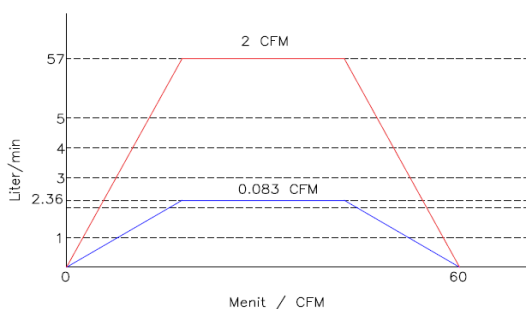
Q = 0,006 m³/h (Hasil perhitungan rumus 2.7)
 ΔP = 888675 Pa
 η = 80 %

$$1 \text{ kw} = 1000 \text{ watt} = 101,97 \text{ kgf.m/s}$$

Maka:

$$P = (Q \times \Delta P) / (\eta \times 3600) = (0,01 \text{ m}^3/\text{s} \times 888675 \text{ Pa}) / (1,5 \times 3600) = 1,05 \text{ watt}$$

Sesuai hasil perhitungan, dengan parameter input diatas serta efisiensi 50%, untuk hasil daya pompa vakum sebesar 1,05 watt atau 0,00105 kilowatt. Untuk itu dalam pemilihan tipe pompa yang ada dipasaran, untuk ukuran 1,05 watt terlalu kecil, kemungkinan akan memilih daya pompa untuk tidak lebih rendah dari nilai daya pompa yang dihasilkan sesuai dengan perhitungan ini.



Gambar 13. Grafik Start up Pompa Vakum Mengetahui Waktu Hisap Pompa Untuk Start up

Perhitungan diperlukan untuk mengetahui waktu hisap pompa untuk start up. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$t1 = \frac{V}{q} \ln \frac{P0}{P1} \dots\dots\dots (11)$$

Dimana:

- t1 = Waktu Awal (s)
- V = Volume ruang (m³)
- q = Volume flow rate (L/s)
- P0 = Tekanan awal (Pa/bar)
- P1 = Tekanan akhir (Pa/bar)

$$1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa} \quad 1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ mmhg} = 133,3224 \text{ Pa}$$

Diketahui:

V = 0,001 m³
 q = 0,03925 L/s
 P0 = 101325 Pa
 P1 = 40 mmHg = 40 x 133,3224 mmHg = 5332,90 Pa

Maka:

$$t1 = \frac{V}{q} \ln \frac{P0}{P1} = \frac{0,006 \text{ m}^3}{0,03925 \text{ L/s}} \ln \frac{101325 \text{ Pa}}{5332,90 \text{ Pa}} = 0,49 \text{ s} \text{ dibulatkan } 0,5 \text{ s}$$

Maka untuk waktu hisap pada saat start up dari pompa vakum 0,49 s atau 0.5 s menurut perhitungan diatas dengan nilai kevakuman mencapai 40 mmHg setara 5,33 kPa.

IV. KESIMPULAN

Pertama, masalah porositas atau cacat pada kepadatan grease menuju saluran selang berhasil dikurangi secara signifikan dengan penggunaan sistem penghisap dan pompa vakum. Dengan adanya mekanisme penghisap ini, proses pengisian grease ke dalam saluran selang menjadi lebih konsisten dan minim cacat, meningkatkan efektivitas pelumasan dan secara produksi pada mesin greasing mampu mengurangi nilai NG produk (cacat produk) sebesar 14,5% walaupun masih adanya cacat grease pada proses mesin greasing hanya sebesar 0,5%.

Kedua, permasalahan rongga pada tabung grease telah berhasil diatasi dengan penyempurnaan desain tabung grease dan penggunaan teknologi vakum. Dalam uji coba, tabung grease yang dihasilkan memiliki struktur yang lebih homogen dan bebas dari rongga udara yang dapat mengganggu aliran grease.

Secara keseluruhan, perancangan sistem penghisap dengan pompa vakum telah membuktikan potensinya dalam mengatasi permasalahan porositas, cacat, dan rongga pada tabung grease. Meskipun masih ada ruang untuk perbaikan lebih lanjut, langkah-langkah yang diambil dalam penelitian ini memiliki dampak positif terhadap efisiensi dan efektivitas pelumasan dalam sistem mesin greasing.



UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada pihak-pihak yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini, yaitu Ketua Sekolah Tinggi Teknologi Duta Bangsa, Ketua LPPM Sekolah Tinggi Teknologi Duta Bangsa dan Seluruh Tim yang terlibat dalam Penelitian

V. REFERENSI

- [1] Siregar, M. A., Saifan, S., Damanik, W. S., & Lubis, A. A. (2021, June). Karakteristik Unjuk Kerja Pompa (PAT) Dua Pompa Hisap Disusunan Paralel Untuk Pembangkit Listrik. In *Seminar Nasional Teknologi Edukasi Sosial dan Humaniora* (Vol. 1, No. 1, pp. 630-636).
- [2] Siregar, M. A., Saifan, S., Damanik, W. S., & Lubis, A. A. (2021, June). Karakteristik Unjuk Kerja Pompa (PAT) Dua Pompa Hisap Disusunan Paralel Untuk Pembangkit Listrik. In *Seminar Nasional Teknologi Edukasi Sosial dan Humaniora* (Vol. 1, No. 1, pp. 630-636).
- [3] Nugroho Luhur, N. L., Anthony Simanjuntak, A. S., Syafrul, S., & Sukino, S. (2011). KAJIAN GANGGUAN DAN PENGATURAN POMPA HISAP SISTEM PEMANTAU GAS MULIA RSG-GAS. In *Prosiding seminar Penelitian dan Pengelolaan Perangkat Nuklir*.
- [4] Kustanto, H., & Yuniarto Prihatin, J. (2011). Kajian Pengaruh Variasi Diameter Pipa Hisap Pvc Pada Sistem Perpipaan Tunggal Pompa Sanyo. *Jurnal Teknika ATW_Edisi*, 8, 10.
- [5] Rasyid, M. A. (2022). *Analisa Pengaruh Tinggi Hisap Pompa Sentrifugal Terhadap Kapasitas dan Efisiensi Pompa* (Doctoral dissertation, Universitas Medan Are).
- [6] Suryawan, A. A. A., Suarda, M., & Sukadana, I. G. K. (2016). Penentuan dimensi perpipaan sistem pompa paralel. *Jurnal Energi dan Manufaktur Vol*, 9(1), 84-90.
- [7] Andriandi, A., Hamri, H., & Amrullah, A. (2022). ANALISIS PENGARUH VARIASI PIPA HISAP TERHADAP PERFORMA POMPA SENTRIFUGAL. *J-Move*, 4(2), 16-20.
- [8] Sistem Vacuum, Hoffman, F., & Grigg, R. (2012). The design and operation of vacuum systems. John Wiley & Sons. Diakses pada 02 Januari 2023.
- [9] Catu Daya Arus Searah (DC Power) Modul Pelatihan Berbasis Kompetensi, modul Kementerian Ketenagakerjaan R.I. Diakses pada 05 Januari 2023.
- [10] Laju aliran hisap White, F.M. (2017). Fluid Mechanics, 8th edition. McGraw Hill. Diakses pada 10 januari 2023.
- [11] Hanbook Dasar-Dasar Mekanika Fluida, Ainul Ghurri (2014)
- [12] Pneumatik & Hidrolik, Kementerian Pendidikan & Kebudayaan 2013, Sudaryono ". Diakses pada 15 januari 2023.
- [13] Buku Ajar Pengantar Sistem Hidrolik & Pneumatik ". Diakses pada 20 januari 2023.
- [14] Buku Ajar Modul 2, Teknik Tenaga Listrik "Dasar Sistem Tenaga Listrik". Diakses pada 02 maret 2023.
- [15] Roswandi Et Al., 2018, Perhitungan Waktu Hisap Pompa Vakum Untuk Start Up Pada Kondisi Ideal Pada Akselerator Elektron Energi Tinggi PRFN. Diakses pada 17 agustus 2023.