

ANALISIS KINERJA DAN EFISIENSI GEAR PUMP SUNNY KING DALAM SISTEM PEMINDAHAN BAHAN CAIR DAN SLURRY DI INDUSTRI MANUFAKTUR KIMIA

¹Rusdi Dahlan, MT. ²Dimas Fran Agung

¹Program Studi Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
rusdidahlan73@gmail.com

³Program Studi Teknik Mesin (undergraduate), FTI, Institut Teknologi Budi Utomo
Jakarta, dimasfranagung@gmail.com

Abstrak

Gear pump Sunny King banyak digunakan dalam sistem pemindahan cairan industri karena mampu menghasilkan aliran stabil dan tekanan tinggi. Namun, saat digunakan secara aktif, pompa ini sering mengalami penurunan efisiensi dan kerusakan dini seperti kebocoran internal, keausan gigi, dan peningkatan suhu dan getaran, yang meningkatkan biaya operasional dan meningkatkan risiko downtime produksi. Kajian ini terbatas pada pompa merek Sunny King dan menggunakan metode eksperimental sebelum dan sesudah modifikasi untuk mengidentifikasi komponen teknis yang mempengaruhi efisiensi dan menyarankan modifikasi mekanis untuk meningkatkan kinerja. Hasil pengujian menunjukkan bahwa modifikasi desain dan prosedur perawatan dapat meningkatkan efisiensi volumetrik. Rekomendasi teknis yang dihasilkan dapat digunakan untuk mengurangi kerusakan, memperpanjang umur pakai pompa, dan meningkatkan keandalan sistem pemindahan cairan industri, khususnya di industri kimia dan manufaktur.

Kata Kunci: Gear pump, Efisiensi, Modifikasi, Keandalan.

1. PENDAHULUAN

Sistem pemindahan cairan sangat penting dalam industri modern untuk berbagai proses produksi, termasuk pembagian pelumas, bahan kimia, dan cairan pendingin. Gear pump, yang terkenal karena kemampuan untuk menghasilkan aliran fluida bertekanan tinggi yang stabil, adalah bagian penting dari sistem ini. Sunny King Machinery Co., Ltd. memiliki lebih dari 30 tahun pengalaman dalam pembuatan pompa industri dan merupakan salah satu produsen gear pump yang cukup dikenal di Asia, dengan berbagai merek yang beredar. [3]

Gear pump Sunny King banyak digunakan dalam aplikasi industri. Namun, tidak banyak penelitian ilmiah yang secara khusus mengevaluasi kinerja dan efektivitas gear pump Sunny King saat digunakan dalam lingkungan operasi. Namun, desain internal gigi, viskositas fluida, kecepatan putaran, dan tekanan kerja adalah beberapa faktor yang sangat memengaruhi efisiensi pompa. Ketidaksesuaian antara kondisi lapangan dan spesifikasi pabrikan dapat menyebabkan peningkatan konsumsi energi, penurunan efisiensi volumetrik, dan risiko kerusakan mekanis.

Suatu kajian teknis mendalam diperlukan untuk mengevaluasi kinerja gear pump Sunny King saat ini, khususnya untuk sistem pemindahan cairan industri yang memiliki karakteristik fluida kompleks dan tuntutan operasional tinggi. Penelitian ini juga bertujuan untuk menemukan parameter operasi ideal, menilai efisiensi volumetrik dan mekanik, dan memberikan rekomendasi teknis untuk meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem secara keseluruhan.

Gearpump sunny king sering kali rusak lebih cepat dari yang diharapkan, terutama Ketika digunakan dalam kondisi yang tidak biasa atau tidak memenuhi spesifikasi pabrikan.

Studi lapangan dilakukan pada pada manufaktur kimia pt xxx, pembuat detergent. Material yang di transfer adalah campuran bahan dasar detergent yang berbentuk powder dengan liquid yang disebut slurry.

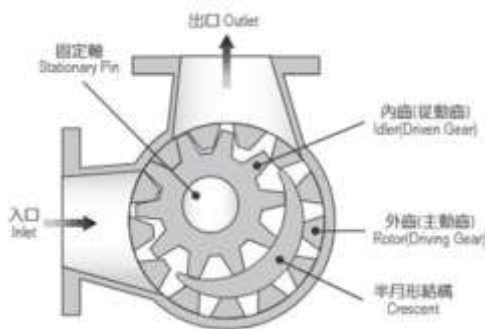
Beberapa kerusakan yang sering terjadi:

- Penurunan efisiensi transfer material
- Peningkatan suhu dan getaran selama prosedur operasi
- Kesulitan maintenance
- Kebocoran seal
- Keausan gigi
- Keausan rumah pompa

- g. As pompa patah
- h. Bearing pompa rusak
- i. V-belt putus atau rusak

1.1. Kerusakan yang sering terjadi dapat mengurangi kinerja system. Akibatnya biaya pemeliharaan meningkat dan ada resiko **Internal Gear pump Sunny King**

Pompa Internal Gear Sunny King adalah pompa tipe volumetrik yang dirancang untuk memindahkan fluida secara presisi melalui mekanisme roda gigi bersarang. Pompa ini sangat cocok untuk aplikasi industri yang membutuhkan aliran fluida yang konsisten dan akurat, terutama untuk fluida yang memiliki viskositas tinggi. [3]



Gambar 1. Struktur internal Gear pump Sunny King

Sumber : Penelitian mandiri

Keterangan gambar :

- a. Roda Gigi Internal (*Driven Gear*): Ini adalah komponen yang secara langsung memindahkan fluida dan terletak di dalam roda gigi eksternal. Ini berputar mengikuti gerakan roda gigi penggerak.
- b. Roda Gigi Eksternal (*Driving Gear*): Berfungsi sebagai penggerak utama dan memutar roda gigi internal melalui interaksi gigi yang saling mengunci.
- c. Struktur Eksentrik: Poros roda gigi yang tidak sejajar, atau eksentrik, menciptakan ruang yang berubah-ubah antara gigi internal dan eksternal. Dengan perubahan volume ini, fluida dapat ditarik masuk dan kemudian ditekan keluar.
- d. *Inlet* adalah jalur masuknya fluida atau material untuk selanjutnya masuk ke ruang internal gear pump lalu di tarik masuk dan di tekan keluar .
- e. *Outlet* adalah jalur keluarnya fluida yang sudah di proses di internal gear pump dan memilki tekanan sehingga material dapat di transfer

- f. *Stationery pin* adalah poros penahan roda *driven gear* agar dapat berputar sempurna. [3]

berhentinya produksi, yang sering mengakibatkan penurunan hasil produksi dan kerugian bagi industri, terutama industry kimia dan sejenisnya.

Penyebab kerusakan ini dapat berasal dari berbagai hal seperti :

- a. Ketidakesesuaian antara viskositas fluida dan kapasitas pompa.
- b. Kapasitas transfer yang melebihi batas desain.
- c. Kerusakan yang umum terjadi.
- d. Ketidakkonsistenan dalam prosedur perawatan dan inspeksi.

Dari masalah di atas dilakukan analisa pengamatan sebagai berikut :

- a. Penelitian hanya dilakukan pada spek pompa ig-8 ukuran 4 inci dan ig-7 ukuran 3 inci
- b. Modifikasi yang dilakukan adalah modifikasi mekanikal
- c. Biaya yang dikeluarkan hanya biaya konsumsi listrik tanpa memperhitungkan biaya investasi secara keseluruhan.

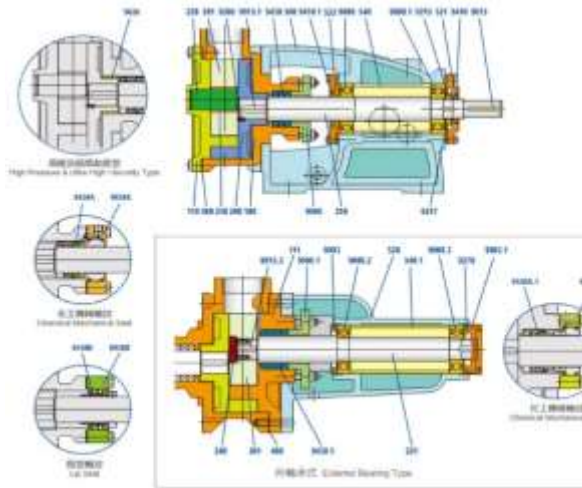
Penelitian ini memiliki 3 tujuan sebagai berikut:

- a. Menganalisis kinerja actual gear pump sunny king untuk spek pompa ig-8 ukuran 4 inci dan ig-7 ukuran 3 inci
- b. Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi penurunan efisiensi gear pump dalam aplikasi industri dan penyebabnya.
- c. Memberikan rekomendasi untuk meningkatkan kinerja dan memudahkan perawatan gear pump sunny king agar lebih efisien

1.2. Internal Gear pump Sunny King

Pompa Internal Gear Sunny King adalah pompa tipe volumetrik yang dirancang untuk memindahkan fluida secara presisi melalui mekanisme roda gigi bersarang. Pompa ini sangat cocok untuk aplikasi industri yang membutuhkan aliran fluida yang konsisten

Berikut adalah detail dari komponen komponen dari *Gear pump sunny king* :



Gambar 2. Detail komponen internal *Gear pump Sunny King*
Sumber : Penelitian mandiri

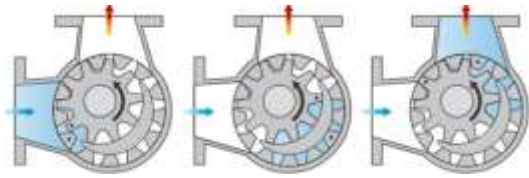
Tabel 1. Nama Komponen internal *gear pump Sunny King*

No	Parts Name	Mat 1	Mat 2	Mat 3
100	Casing	FC200	SCS13	SCS14
110	End Cover	FC200	SCS13	SCS14
111	End Cover	FC200	SCS13	SCS14
200	Drive Gear	S45C	SUS304	SUS316
201	Driven Gear	S45C	SUS304	SUS316
210	Shaft	S45C	SUS304	SUS316
220	Stationary Pin	SCM440	SUS304	SUS316
221	Driven Shaft	S45C	SUS304	SUS316
230	Sushing	According to Procces Conditions		
240	Washer	S45C	SUS304	SUS316
400	Gasket, Casing	Non-Asbestos		
500	Bearing Bracket	FC200	FC200	FC200
520	External Bearing Bracker	FC200	FC200	FC200
521	Bearing Cover, DR	FC200	FC200	FC200
522	Bearing Cover, NDR	FC200	FC200	FC200
540	Bearing Sleeve	SS400	SS400	SS400
540.1	Bearing Sleeve	SS400	SS400	SS400
9000	Bearing	Deep Groove Ball Bearing		
9000.1	Bearing			
9000.2	Bearing			
9000.3	Bearing			
9015	Key, DR	S45C	S45C	S45C
9015.1	Key, NDR	SUS304	SUS304	SUS316
9015.2	Key, Driven Gear	SUS304	SUS304	SUS316
9020	Bushing	According to Procces Conditions		
9215	Bearing Locknut	S45C	S45C	S45C
9217	Bearing Washer	S45C	S45C	S45C
9270	Locknut	S45C	SUS304	SUS316
9410	V-Ring, DR	NBR	NBR	NBR
9410.1	V-Ring, NDR	NBR	NBR	NBR
9430	Soft Packing	According to Procces Conditions		
9430A	Mechanical Seal			
9430B	Leap Seal			
9430.1	Soft Packing			
9430A.1	Mechanical Seal			
9903	Regulation Nut	FC200	FC200	FC200
9903.1	Regulation Nut	FC200	FC200	FC200
9906	Gland Cover	FC200	SUS304	SUS316
9906.1	Gland Cover	FC200	SUS304	SUS316
9930A	Shaft Seal Cover	FC200	SUS304	SUS316
9930A.1	Shaft Seal Cover	FC200	SUS304	SUS316
9206	Set Screw	SUS304	SUS304	SUS316

Sumber : Penelitian mandiri

1.3.Prinsip Kerja Internal *Gear pump Sunny King*

1. Siklus Hisap (*Phase Suction*) : Tekanan negatif terbentuk di sisi inlet ketika roda gigi berputar dan ruang antar gigi membesar. Fluida menyerap ruang antar gigi.
2. Transportasi Cairan : Cairan yang terperangkap di antara gigi internal dan eksternal diangkut secara mekanis ke sisi outlet.
3. Siklus Buang (*Phase of Discharge*): Fluida dipompa keluar dari pompa dengan tekanan yang lebih tinggi saat ruang antar gigi mengecil karena rotasi.



Gambar 3. Prinsip Kerja Internal Gear Pump
Sunny King
Sumber : Penelitian mandiri

1.4. Analisa Akar Masalah

Root Cause Analysis (RCA) atau analisa akar masalah adalah proses analitik yang dirancang untuk membantu mengidentifikasi faktor-faktor yang mendasari yang memiliki berkontribusi atau secara langsung menyebabkan kejadian terburuk utama atau kegagalan sistem. Hasil dari RCA biasanya digunakan untuk memandu dan mengarahkan perubahan pada proses, lingkungan, dan manusia perilaku untuk mencegah atau mengurangi probabilitas bahwa peristiwa yang merugikan akan terjadi di masa depan. [6]

Untuk mencari akar masalah, dapat menggunakan metoda 5 *Why*, merupakan suatu metode *problem solving* menggunakan teknik tanya-jawab sederhana untuk menyelidiki hubungan sebab akibat yang menjadi akar dari suatu permasalahan. 5 *Why* bertujuan untuk menemukan titik lemah dari suatu produk atau proses. [7]

1.5. Rencana Perbaikan

- Containment Action* adalah tindakan segera untuk menentukan tingkat masalah dan mencoba untuk membatasi atau mengisolasi efeknya. Misalnya menghentikan produksi, penggunaan dengan kondisi tertentu,
- Correction Action* : tindakan segera untuk memperbaiki masalah yang paling jelas untuk menghilangkan ketidaksesuaian. Misalnya, pengerjaan ulang, perbaikan.
- Corrective Action* : tindakan nyata untuk menghilangkan akar penyebab dan mencegah masalah nyata terjadi lagi
- Preventive Action Proactive* : tindakan untuk mencegah masalah potensial terjadi di masa depan [8]

Preventive maintenance merupakan salah satu jenis perawatan yang banyak digunakan oleh kebanyakan perusahaan manufaktur dan jasa, metode ini bertujuan untuk mencegah

kerusakan peralatan yang sifatnya mendadak. Pekerjaan perawatan biasanya dilakukan pada interval waktu yang direncanakan. Jarak interval ini ditentukan dari tingkat peralatan atau mesin dan kondisi beban. Pekerjaan perawatan preventif bisa menolong memperpanjang umur mesin (sampai 3-4 kali) dan mengurangi kerusakan yang tidak diharapkan. [12]

1.6. Formulasi Perhitungan Kinerja Pompa

Rumus dan perhitungan yang digunakan untuk menganalisa kinerja gearpump adalah sebagai berikut: [10]

a. Debit atau Kapasitas Pompa

$$Q=V/t \quad (1)$$

Dimana,

- Q : Kapasitas pompa (m³/s)
V : Volume cairan (m³)
T : Selang waktu (s)

Untuk pipa dengan diameter d, volume per detik akan sama dengan luas penampang pipa (A) dikalikan dengan kecepatan v, sehingga persamaan 1 dapat ditulis kembali dalam bentuk :

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} \times d^2} \quad (2)$$

Dimana,

- v : Kecepatan aliran (m/s)
A : Luas penampang pipa (m²)
Q : Kapasitas pompa (m³/s)
d : Diameter pipa (m)

b. Head Total (Htot)

Head total pompa yang dibutuhkan untuk mengalirkan jumlah suatu fluida cair dihitung dengan menggunakan rumus berikut : [10]

$$H_{tot}=h_a+\Delta h_p+h_l+v^2/2g +h_f \quad (3)$$

Dimana,

h_a : Head statis total (m) perbedaan tinggi antara muka air sisi keluar dan sisi hisap
tanda positif dipakai apabila permukaan air sisi keluar lebih tinggi daripada sisi hisap

Δh_p : Perbedaan head tekanan (m)

Δh_p = h_{p2} - h_{p1}

H_l : Berbagai kerugian head di pipa, katup, belokan, sambungan, dll.

v²/2g : Head kecepatan keluar (m)

g : Percepatan gravitasi (9,8 m/s²)

h_f : Head kerugian gesek dalam pipa (m)

$$hf = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (4)$$

$$\lambda = 0,020 + \frac{0,0005}{D} \quad (5)$$

Dimana,

hf : Head kerugian gesek dalam pipa (m)

v : Kecepatan rata-rata aliran di dalam pipa

λ : Koefisien kerugian gesek (rumus darcy)

L : panjang pipa(m)

D : diameter dalam pipa(m)

- Head kerugian pada belokan Pipa

$$hl4 = f \frac{v^2}{2 \cdot g} \quad (6)$$

Dimana,

hl4 : Kerugian Head pada belokan (m)

f : Koefisien pada elbow

v : Kecepatan rata rata fluida (m/s)

f : koefisien Kerugian

Tabel 2. Koefisien Kerugian pada Belokan

Sudut	f. halus	f. kasar
5°	0,016	0,024
10°	0,034	0,044
15°	0,042	0,062
30°	0,130	0,165
45°	0,236	0,320
60°	0,471	0,684
90°	1,129	1,265

Sumber : Pompa dan Kompresor (oleh Ir. Sularso, MSME) Hal. 34

- Head kerugian pada katup (valve)

$$hv = f_v \frac{v^2}{2 \cdot g} \quad (7)$$

Dimana,

hv : Kerugian Head Katup (m)

f_v : Koefisien head katup

v : Kecepatan rata-rata pada penampang masuk katup (m/s)

- Kerugian Head karena pembesaran penampang secara gradual

$$hf = f \cdot \frac{(v_1 - v_2)^2}{2 \cdot g} \quad (8)$$

Dimana,

v₁ : Kecepatan rata-rata di penampang yang kecil (m/s)

v₂ : Kecepatan rata-rata di penampang yang besar (m/s)

f : Koefisien kerugian (nilai f = 1)

g : Percepatan gravitasi = 9,8 m/s²

hf : Kerugian head

c. Daya Hidrolik

Daya hidrolik pompa dihitung dengan menggunakan rumus berikut : [10]

$$P_w = 0,163 \cdot \gamma \cdot Q \cdot H \quad (9)$$

Dimana,

γ : Berat fluida per satuan volume (kgf/l)

Q : Kapasitas (m³/min)

H : Head total pompa (m)

P_w : Daya Fluida (kW)

d. Daya Poros Pompa

Daya poros pompa dihitung dengan menggunakan rumus berikut : [10]

$$P_{prs} = P_w / \eta_p \quad (10)$$

Dimana,

P_{prs} = Daya poros sebuah pompa (kW)

P_w = Daya Fluida (kW)

η_p = Efisiensi pompa

e. Daya Nominal Penggerak Mula (Daya Motor)

Daya nominal penggerak mula dihitung dengan menggunakan rumus berikut : [10]

$$P_m = \frac{P_{prs} \times (1 + \alpha)}{\eta_T} \quad (11)$$

Dimana,

P_m : Daya Nom. Penggerak Mula (kW)

P_{prs} : Daya Poros (kW)

α : faktor cadangan (0.1 ~ 0.2)

η_T : efisiensi transmisi

2. METODOLOGI

Alur proses penelitian ditunjukkan pada diagram alir berikut ini:



Gambar 4. Diagram alir penelitian analisis kinerja dan efisiensi *gear pump sunny king*.
Sumber : Penelitian mandiri

2.1. Sample yang Menjadi Objek Penelitian

Sample yang menjadi objek penelitian adalah *Gear pump sunny king* tipe ig 7 ukuran 3 inci dengan kapasitas transfer kurang lebih 420 liter per menit berjumlah 2 pump, dan *Gear pump sunny king* tipe ig 8 ukuran 4 inci dengan kapasitas transfer kurang lebih 700 liter per menit berjumlah 6 pump, material yang ditransfer adalah *liquid* dan *slurry*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data Kerusakan Gearpump Sunny King

Pengambilan data diambil dari kondisi aktual operasi nyata dan record breakdown dari tahun 2021 hingga 2023



Gambar 5. Frekuensi kerusakan per tahun.
Sumber : Penelitian mandiri



Gambar 6. Data total kerusakan Gearpump
Sumber : Penelitian mandiri

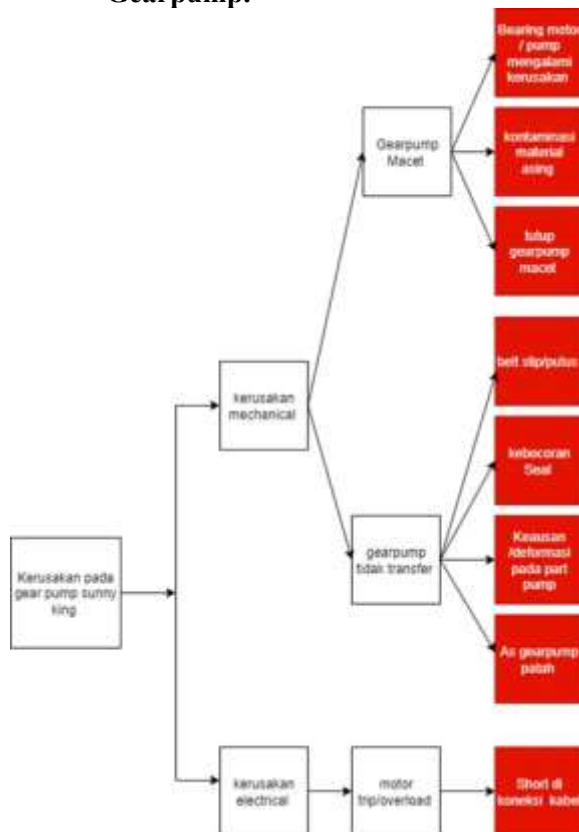
Tabel 3. Tipe kerusakan dan Jumlah

No	Type kerusakan	Jumlah kerusakan
1	Gearpump macet	21
2	V-belt putus/aus	7
3	As pompa patah	5
4	Gearpump tidak transfer	4
5	Motor trip	3
6	Lainnya	2

Sumber : Penelitian mandiri

Grafik dan table tersebut menunjukkan bahwa kerusakan gear pump macet adalah jenis yang paling sering terjadi, dengan 25 kasus per tahun.

3.2. Identifikasi penyebab kerusakan Gearpump.



Gambar 7. Diagram why-why analysis kerusakan Gearpump.

Sumber : Penelitian mandiri

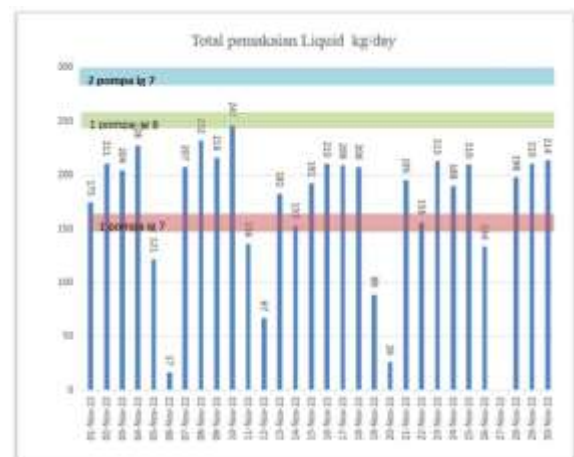
3.3. Rekomendasi Untuk Meningkatkan Kinerja Dan Memudahkan Perawatan Gear Pump Sunny King Agar Lebih Efisien

Tabel 4. Tipe Gearpump Sunny King

型式 Type	口径 Dia.φ		轉 速 RPM	2 kg/cm ²		5 kg/cm ²	
	(mm)	NPS (in.)		流量 l/min	馬力 HP	流量 l/min	馬力 HP
IG-1	15	1/2	500	11	0.5	9	1
IG-2	20	3/4	550	28	1	24	1
IG-3	25	1	500	48	1	42	2
IG-4	40	1 1/2	490	110	2	100	3
IG-5	50	2	450	170	3	155	5
IG-6	65	2 1/2	470	280	5	255	7.5
IG-7	80	3	410	450	7.5	420	10
IG-8	100	4	390	750	10	700	15
IG-9	150	6	380	1100	15	1020	25
IG-10	150	6	290	1500	20	1400	30

Sumber : Penelitian mandiri

Dari table di atas, gearpump yang digunakan menggunakan type ig-7 dengan dimensi plange 3 inci dengan kapasitas transfer 420-450 liter per menit, dan gearpump dengan type ig-8 dengan dimensi plange 4 inci yang dapat mentransfer material dengan kapasitas 700-750 liter per menit. Dari ke 2 type ini masing memiliki 2 pump untuk setiap line transfer, seperti line slurry dan rec slurry menggunakan pump type ig-8 dengan satu pump transfer dan satu pump sebagai cadangan yang siap dipakai, Namun line transfer liquid menggunakan type pump ig-7 dengan ke-2 pompa transfer secara bersamaan di satu line yang sama untuk memenuhi kapasitas transfer yaitu sebesar kurang lebih 800 liter per menit hal inilah yang menyebabkan penanganan kerusakan akan menurunkan produksi bahkan mengakibatkan stop jika keduanya tidak dapat transfer. Berikut grafik penggunaan material liquid berdasarkan table gearpump.



Gambar 8. Grafik Pemakaian Material Liquid.

Sumber : Penelitian mandiri

Berdasarkan tabel rekomendasi pompa gearpump memiliki beberapa kondisi aktual dengan kondisi 6 jam operasional. pertama penggunaan 1 pompa ig 7 dengan maksimal dapat mentransfer 150 ton, dan jika

menggunakan 2 pompa ig 7 dapat mentrasfer maksima 280 ton, Pemakaian liquid pada bulan november 2022 paling tinggi sebanyak 246,903 kg per day atau 247 ton per hari sebanyak 184 batching dengan varian yang berbeda jika terjadi penurunan trasfer material akan mengakibatkan produksi menurun drastis, bahkan dapat stop operasi, karena ke 2 pompa transfer secara bersamaan di satu line yang sama. Dan Jika dilakukan improve pada pompa menggunakan type ig 8 dapat mentrasfer material kurang lebih 252 ton per day sudah cukup mentransfer kebutuhan harian. Namun jika tetap menggunakan gearpump ig 7 dapat menyebabkan kesulitan dalam penanganan maintenance ataupun perawatan berkala. Maka perlu adanya analisa untuk meningkatkan efisiensi dan memudahkan perawatan dari gearpump .

3.4. Perhitungan kinerja Pompa Pompa Gearpump Type Ig 7

Berdasarkan spesifikasi yang telah terpasang di lapangan, dengan debit pompa (Q) 420 liter per menit, diameter sisi hisap pompa 3 inci dengan jarak 3 meter dan diameter sisi keluar fluida 3 inci dengan jarak 60 meter memiliki L bow 3 inci sebanyak 3 L bow yang terpasang di sepanjang pipa dengan koefisien gesek 90°, juga memiliki Valve 3 inci pada jalur masuk dan jalur keluar fluida, dengan perbedaan ketinggian jalur masuk dan jalur keluar 1 meter. Diketahui berat jenis fluida yang di transfer adalah 1.6 kgf/l terdapat pembesaran pipa dari 3 inci pada sisi in ke 4 inci pada sisi out dan memiliki head statis 54 meter. maka dari spesifikasi teknis tersebut diperoleh perhitungan sebagai berikut:

- Rugi-rugi dari instalasi pipa (Hl)
Dengan menggunakan rumus 4 & 5 :

Rugi-rugi aliran di sisi hisap (Hl1)

$$Hl1 = 0.02656x \left(\frac{1.5357^2}{2x9.8} \right) x \frac{3}{0.0762} = 0.1258 m$$

Rugi-rugi aliran di sisi keluar (Hl2)

$$Hl2 = 0.02656x \left(\frac{1.5357^2}{2x9.8} \right) x \frac{60}{0.0762} = 2.516 m$$

Rugi-rugi aliran di L-bow 90° (Hl3) menggunakan rumus (6)

$$Hl3 = 1.129x \left(\frac{1.5357^2}{2x9.8} \right) x 4 = 0.5433 m$$

Rugi-rugi aliran pada valve 3 inci 3 pcs menggunakan rumus (7)

$$Hl4 = 1.12x \left(\frac{1.5357^2}{2x9.8} \right) x 3 = 0.0433 m$$

Rugi-rugi karena pembesaran pipa (HL5) menggunakan rumus 8

v_2 dihitung dengan formulasi kontinuitas :

$$v_2 = 0.8641 m/s$$

$$HL5 = 1 \left(\frac{(1.5357 - 0.864)^2}{2x9.8} \right) = 0.02301 m$$

$$Hl \text{ total} = Hl1 + Hl2 + Hl3 + Hl4 + Hl5 = 3.251 m$$

Head total menggunakan rumus (3) :

$$H_{tot} = ha + \Delta hp + hl + v^2 d / 2g + h_f$$

$$H_{tot} = 54 + 0 + 3.251 + 0.1203 = 57.37 m$$

Daya Air (Power Water) menggunakan rumus (9) :

$$P_w = 0.163 x 1.6 x 0.42 x 57.37 = 6.28 kW$$

Daya Poros menggunakan rumus (10) dengan efisiensi pompa 75% :

$$P_{prs} = \left(\frac{6.28}{0.75} \right) = 8.37 kw$$

Daya Motor menggunakan rumus (11) dengan efisiensi transmisi 95%

$$P_m = \left(\frac{8.37(1 + 0.1)}{0.95} \right) = 9.69 kW$$

Dari perhitungan di atas dengan daya motor 9.69 kw sudah cukup untuk memindahkan fluida, namun karena kapasitas transfer material kurang lebih 700 liter per menit maka harus menggunakan ke 2 pompa untuk mencapai transfer tersebut. Hal ini membuat sulitnya proses maintenance apabila ke 2 pompa di pakai secara bersamaan.

3.5. Perhitungan kinerja Pompa Pompa Gearpump Type Ig 8

Berdasarkan spesifikasi yang telah terpasang di lapangan, dengan debit pompa (Q) 700 liter per menit, diameter sisi hisap pompa 4 inci dengan jarak 3 meter dan diameter sisi keluar fluida 4 inci dengan jarak 60 meter memiliki L bow 4 inci sebanyak 3 L bow yang memiliki sudut 90° yang terpasang di sepanjang pipa, juga memiliki Valve 3 inci pada jalur masuk dan jalur keluar fluida, dan memiliki head statis 54 meter. Dengan cara yang sama dengan penghitungan pompa Ig 7 maka data kinerja Pompa Ig8 akan diperoleh sebagai berikut :

$$HL1 = 0.02492x \left(\frac{1.44^2}{2x9.8} \right) x \frac{3}{0.1016} = 0,0561$$

$$HL2 = 0.02492x \left(\frac{1.44^2}{2x9.8} \right) x \frac{60}{0.1016} = 1.588 \text{ m}$$

$$HL3 = 1.129x \left(\frac{1.44^2}{2x9.8} \right) x 4 = 0.01053 \text{ m}$$

$$HL4 = 0.12x \left(\frac{1.44^2}{2x9.8} \right) x 3 = 0.03808 \text{ m}$$

$$HL \text{ Total} = 0.0561 \text{ m} + 1.588 \text{ m} + 0.01053 + 0.03806 = 1.69269 \text{ m}$$

$$H_{\text{tot}} = 54 + 0 + 1.6927 + 0.1203 = 55.813 \text{ m}$$

$$P_w = 0.163 \times 1.6 \times 0.7 \times 55.813 = 10.19 \text{ kW}$$

$$P_{\text{prs}} = \left(\frac{10.19}{0.75} \right) = 13.58 \text{ kW}$$

$$P_m = \left(\frac{13.58(1 + 0.1)}{0.95} \right) = 15.73 \text{ kW}$$

Dari perhitungan di atas dengan daya motor 15.73 kW sudah cukup untuk mentransfer fluida 700 liter per menit. Dan berdasarkan table rekomendasi motor yang digunakan adalah 10-15 hp atau 7.46 kW- 11 kW namun pada kondisi yang sudah terpasang dapat menggunakan motor gearpump sebelumnya yaitu 15 hp atau 11 kW. Artinya dapat dilakukan modifikasi dengan melakukan fabrikasi dan penggantian pompa gear pump menjadi ig 8 tanpa mengubah system motor.

3.6. Perawatan dan Perbaikan Rutin Gearpump

Setelah dilakukan modifikasi pada sistem gear pump, diperlukan penerapan program perawatan yang bersifat rutin, terjadwal, dan berkesinambungan untuk memastikan kinerja peralatan tetap berada pada kondisi optimal. Perawatan ini tidak hanya mencakup kegiatan inspeksi berkala, tetapi juga melibatkan penerapan konsep preventive maintenance dan predictive maintenance sebagai upaya untuk meminimalisasi potensi kerusakan serta meningkatkan keandalan sistem. Salah satu aspek krusial dalam program perawatan adalah penyusunan jadwal penggantian komponen atau spare part berdasarkan life time yang telah ditentukan oleh standar teknis maupun rekomendasi pabrikan. Dengan adanya jadwal yang terstruktur, proses perawatan dapat dilaksanakan secara sistematis, umur pakai gear pump Sunny King dapat diperpanjang, dan risiko kegagalan operasional dapat ditekan. Implementasi strategi ini diharapkan mampu mendukung keberlangsungan operasional industri secara efisien sekaligus meningkatkan reliabilitas peralatan dalam jangka panjang.

Tabel 5. Jadwal Aktivitas Perawatan
Gearpump

No	Aktivitas Perawatan	Frekuensi	Bulan	Keterangan
1	pembersihan area	harian	Jan-Des	pembersihan unit pompa
2	pengencangan baut dan mur	Mingguan	Jan-Des	cek semua baut dan mur
3	Pemeriksaan visual kebocoran	Mingguan	Jan-Des	Cek seal, sambungan pipa
4	pengecekan tutup pump	Mingguan	Jan, Feb, ..., Des	Ganti bila ada keausan
5	pemeriksaan visual v-belt	Bulanan	Jan, Feb, ..., Des	v-belt belum ada kerusakan
6	Penggantian seal	Triwulanan	Mar, Jun, Sep, Des	Gunakan seal tiger 1/2 "
7	Pembersihan filter dan strainer	Bulanan	Jan-Des	Hindari sumbatan aliran
8	penggantian bearing pompa	Semester	juni& des	TBM bearing dan seal.
9	penggantian bearing motor	Tahunan	desember	TBM bearing dan seal.
10	pemeriksaan rangkaian listrik	Tahunan	Desember	megger dan termal panel

Sumber : Penelitian mandiri

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Analisis Kinerja Actual Gear Pump Sunny King Untuk Pompa Ig-7 Ukuran 3 Inchi

- menunjukkan daya motor yang digunakan menghasilkan transfer Fluida 420 liter per menit sehingga perlu untuk selalu menggunakan 2 gearpump untuk mencapai target transfer fluida 700 liter per menit. Untuk pompa Ig-8 ukuran 4 inci menunjukkan daya motor yang digunakan menghasilkan transfer fluida 700 liter per menit sehingga dengan 1 gearpump dapat mensupport target transfer fluida.
2. Factor-Faktor Yang Mempengaruhi Penurunan Efisienasi Gearpump karena terjadi karena :
 - 2.1. kerusakan mechanical : gearpump macet yang disebabkan, kerusakan bearing, tutup gearpump macet, dan kontaminasi material asing, ada juga kerusakan yang menyebabkan gearpump tidak mentransfer fluida karena belt putus atau slip, kebocoran material, keausan pada inner gear, as gearpump patah.
 - 2.2. Kerusakan electrical : motor tripping, karena kabel atau power motor short circuit.
 3. Rekomendasi yang dilakukan untuk meningkatkan kinerja dan memudahkan perawatan gearpump sunny king sehingga menjadi lebih efisien, dengan improve gearpump dari type ig 7 dengan plange 3 inci, menjadi gearpump type ig 8 dengan plange 4 inci. Serta dilakukan total predictive maintenance dengan identifikasi item dan jadwal yang sudah terkonfirmasi.
 5. GmbH, O. (n.d.). Optibelt - technical Manual V-Belt Drives.
 6. Staugaitis, S. D., 2002. A Summary of Root Cause Analysis and its use in State development disabilities agencies. cambridge: Human Services.
 7. Toyoda, S., 1930. methode 5 why. japan: s.n.
 8. Nena Nikita, 2021. 5 Why's and Ishikawa : Practical Guidelines for effective root cause analisis. jakarta, Bambang Eko Cahyono.
 9. Imo Pump. (2000). Rotary Pump Hand book. <http://www.imo-pump.com>
 10. Jeri, P., dan, F., & Sarwono, E. (2020). ANALISIS KINERJA POMPA GEAR PUMP TERHADAP KAPASITAS ALIRAN MINYAK CPO (CRUDE PALM OIL) DI PTPN. XIII PKS RIMBA BELIAN. Jurnal Suara Teknik 60 Journal, 11(2).
 11. Sularso, dan Haruo Tahara., "Pompa & Kompresor", PT. Pradnya Paramita, Jakarta, 2000.
 12. Dede Sudrajat. "PENGARUH PREVENTIVE MAINTENANCE TERHADAP HASIL PRODUKSI PADA PROSES PRODUKSI MESIN AREA LINE D DI PT. TRIANGLE MOTORINDO", 2016

DAFTAR PUSTAKA

1. Dasar, K. (n.d.). 53 5B Rahmah Aprillia Herdien Makalah Detergent dan Sabun.
2. BAB II DASAR TEORI 2.1. DASAR TEORI POMPA 2.1.1. Definisi Pompa. (n.d.). available: https://eprints.undip.ac.id/41326/3/BAB_I_I.pdf
3. ? ?????. (n.d.). ?? ?? Internal Gear pump 3M7Y001.
4. Hadi, S., Politeknik, S., & Malang, N. (2021). MEKANIKA FLUIDA DASAR Eko Yudiyanto Politeknik Negeri Malang. <https://www.researchgate.net/publication/350558740>