

Analisa Kerusakan Pompa *Progressive Cavity* Pada Pengoperasian di Kolam Lumpur *Scum* Dengan Posisi *Suction Lift*

Riki Candra Putra¹, Jamaludin²

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang
Jl. Perintis Kemerdekaan I/33 Cikokol-Tangerang
E-mail: ¹rikiumt@gmail.com

Submitted Date: Juli 01, 2025

Reviewed Date: Juli 20, 2025

Revised Date: Juli 25, 2025

Accepted Date: Juli 30, 2025

Abstract

This study aims to determine the causes of damage to a progressive cavity pump operated in a scum waste pond. The pump is installed in a suction lift position, which is a position where the pump is above the liquid surface with a height of 4 meters and a liquid viscosity equivalent to a density of 6.5%. In this pump position, the pump is required to suck the liquid before the liquid enters the stator cavity and is then pushed to the discharge pipe. A Progressive Cavity Pump, abbreviated as PCP, is a type of pump that uses the Moineau principle to work. When the rotor rotates in the stator cavities, a vacuum condition will occur in the suction pipe, so that the liquid below the pump can move into the pipe towards the stator. However, because the suction lift height is too large exceeding the standard factory specification value of 2.5 meters, and the viscosity exceeds 5%, the speed of the liquid entering the stator cavity is reduced, resulting in the pump operating in dry running conditions for a fairly long time and the stator becoming hot due to friction with the rotor. This causes the elastomer in the stator to be damaged and the pump performance becomes less than optimal.

Keywords: *progressive cavity pump, scum waste, viscosity, suction lift, dry running.*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk melihat sebab-sebab kerusakan pompa *progressive cavity* yang dijalankan di kolam limbah *scum*. Pompa dipasang pada posisi *suction lift*, yaitu posisi pompa yang berada di atas permukaan cairan dengan ketinggian 4 meter dan kekentalan cairan setara kepadatan sebesar 6.5%. Pada posisi pompa seperti ini, pompa diharuskan untuk menghisap cairan sebelum cairan masuk kedalam rongga stator dan diteruskan untuk didorong ke pipa *discharge*. *Progressive cavity pump* yang disingkat PCP adalah jenis pompa yang menggunakan prinsip *Moineau* untuk bekerja, saat rotor berputar di dalam rongga-rongga stator, maka akan terjadi kondisi vakum di dalam pipa suction, sehingga cairan yang berada di bawah pompa dapat bergerak masuk ke dalam pipa menuju ke dalam stator. Tetapi karena ketinggian *suction lift* yang terlalu besar melebihi nilai standar spesifikasi dari pabrik sebesar 2.5 meter, dan kekentalan yang melebihi 5% maka kecepatan cairan yang masuk menuju ke rongga stator menjadi berkurang, akibatnya pompa beroperasi dengan kondisi *dry running* dalam waktu yang cukup lama dan stator menjadi panas karena gesekan dengan rotor. Sehingga elastomer pada stator menjadi rusak dan kinerja pompa menjadi tidak optimal.

Kata kunci: pompa rongga progresif, limbah *scum*, kekentalan, *suction lift*, *dry running*

I. Pendahuluan

Pengolahan limbah merupakan aktivitas yang banyak dilakukan di industri-industri manufaktur secara umum. Industri manufaktur memerlukan fasilitas pengolahan limbah untuk mencegah dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh limbah B3, maka limbah B3 yang dihasilkan oleh industri manufaktur tersebut harus ditangani dengan metode yang tepat dan aman (Pratiwi & Nisa, 2023).

Salah satu jenis industri manufaktur yang menggunakan proses pengolahan limbah umumnya berupa pabrik yang menghasilkan produk akhir yang dijual berupa makanan atau minuman yang bahan utamanya akan diproses bersama dengan bahan-bahan kimia lainnya dan kemudian produk sampingannya akan menjadi limbah setelah melalui beberapa proses kimiawi dan fisika (Savira & Zamrud, 2023).

Pada lokasi penelitian, limbah yang dihasilkan bisa berupa fasa cair, dengan

tingkatan viskositas yang berbeda-beda dan ditampung di sebuah kolam primer yang berasal dari pusat pemrosesan produksi. Kemudian dari kolam tersebut akan dipindahkan ke fasilitas pengolahan limbah *anaerob* dengan menggunakan pompa jenis *progressive cavity* atau bisa juga disebut pompa *screw*.

Pompa *progressive cavity* adalah jenis pompa *positive displacement* yang cara kerjanya menggunakan prinsip *Moineau* (Baroiu et al., 2021). Pompa *progressive cavity* atau *progressive cavity pump* yang disingkat *PCP* mempunyai rotor yang terbuat dari logam dan stator yang terbuat dari karet elastomer (Cholet, 1997). Antara rotor yang berputar dan stator yang diam terdapat rongga atau ruang. Pada saat rotor berputar rongga tersebut bergerak maju secara *progressive* menciptakan kondisi udara vakum di dalam rongga sehingga dapat menarik cairan dari *intake* masuk ke dalam rongga dan cairan dibawa hingga melewati *discharge* (Nguyen et al., 2021).

Desain rotor dan stator pada *PCP* memungkinkan untuk memompa cairan pada laju aliran rendah dan tekanan tinggi. *PCP* sangat cocok untuk digunakan untuk memompa cairan yang kekentalannya tinggi dan cairan yang mengandung padatan tinggi (Nguyen, 2020).

Namun terdapat kendala yang dihadapi oleh pompa *progressive cavity* untuk memindahkan limbah tersebut. Pompa menjadi sulit untuk menghisap cairan, laju aliran atau kapasitas pompa menjadi berkurang karena tinggi hisap yang terlalu besar dan kekentalan cairan yang tinggi, yang bisa berakibat terjadinya *dry running* (Rounela, 2025). Kekentalan cairan juga berpengaruh pada jenis pompa sentrifugal, semakin tinggi kekentalan cairan dapat menurunkan kapasitas pemompaan (Anuar et al., 2021).

Akibatnya pompa menjadi rusak dengan indikasi awal adalah timbulnya suara yang keras atau tidak normal dan getaran pompa yang tinggi (Irawan dkk., 2024). Jika indikasi-indikasi tersebut dibiarkan terjadi dan pompa terus

dihidupkan maka akan terjadi kerusakan pada setiap komponen-komponen pompa.

Limbah lumpur sering digambarkan juga sebagai cairan kental, yang merupakan benda padat yang terpisah dari air limbah selama proses pengolahan (Santos et al., 2022). Kinerja pompa pada umumnya kurang baik untuk menghisap cairan yang kental dan pada posisi tinggi hisap yang besar seperti kinerja pada jenis pompa sentrifugal yang banyak digunakan (Farno & Eshtiaghi, 2019).

Pompa yang bisa menghisap cairan dengan ketinggian yang besar diharuskan menggunakan jenis pompa khusus dengan karakter seperti pompa sentrifugal *self priming* yang dapat menghisap cairan tanpa ada resiko kerusakan. Namun pada cairan yang kental seperti limbah industri, kinerja pompa jenis sentrifugal *self priming* akan mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya tingkat kekentalan (*viscosity*) cairan (Yu Ji et al., 2025).

Tinggi hisap pompa juga berpengaruh terhadap kapasitas dan head. Semakin besar tinggi hisap pompa maka dapat mengakibatkan kurangnya head, namun pada pengujian tertentu kapasitas relatif stabil dengan perbedaan sebesar 0.5 meter pada setiap pengujian (Rasyid dkk., 2023). Sehingga secara umum dapat dijelaskan bahwa semakin tinggi posisi letak pompa terhadap permukaan cairan akan dapat menurunkan kinerja pompa dan dapat meningkatkan resiko terbentuknya kavitasi (Tando dkk., 2024).

Pompa *PCP* yang dianalisa pada penelitian ini digunakan di area pengolahan limbah di pabrik susu. Pompa tersebut digunakan untuk memindahkan air limbah jenis *scum* yang berasal dari pemrosesan susu cair yang ditampung di kolam limbah untuk disalurkan menuju ke kolam *anaerobik*.

Kerusakan pada *PCP* dengan sebab *dry run* dapat terjadi pada komponen stator yang terbuat dari elastomer, elastomer menjadi rusak karena temperatur tinggi pada keadaan kurangnya cairan yang berlangsung cukup lama (Méndez et al., 2015). Kejadian

tersebut bisa terjadi karena pengoperasian yang tidak benar sejak awal pompa dinyalakan. Terdapat laporan dari pihak pabrik bahwa kapasitas yang dihasilkan tidak sesuai dengan spesifikasi lembar kerja pompa, kemudian dilakukan analisa dengan melihat kondisi pompa dan sistemnya secara teknis.

Jenis limbah *scum* yang dialirkan oleh pompa PCP di pabrik susu tersebut mempunyai kandungan padatan yang besar. Limbah *scum* adalah lapisan yang mengapung dari bahan padat dan semi padat yang diambil dari tangki pengendapan primer dan sekunder di instalasi pengolahan air limbah (Ibrahim & Hamza, 2017).

Limbah *scum* dapat mengakibatkan beberapa permasalahan operasional seperti penyumbatan, pengapungan lumpur dan kerusakan proses instalasi pengolahan air limbah (Yi et al. 2015). Oleh karena itu perlu dipertimbangkan spesifikasi pompa yang tepat untuk mengalirkan *scum*.

Pompa PCP yang dianalisa pada penelitian ini, kondisinya sudah mengalami kerusakan besar. Kerusakan awal terlihat saat pertama kali pompa digunakan yaitu timbulnya suara yang tidak normal dan kapasitas yang kurang. Dan terus menerus pompa mengalami penurunan kapasitas dan tekanan. Pada akhirnya pompa tidak bisa digunakan lagi karena sudah tidak bisa menghisap dan memberikan tekanan lagi.

Karena belum ditemukan oleh penulis penelitian-penelitian tentang pemompaan pompa PCP pada *scum* maka pada penelitian ini akan dijabarkan sebab-sebab kerusakan dan bentuk kerusakan yang terjadi pada pompa PCP.

II. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan macam metode studi kasus. Metode studi kasus adalah pendekatan penelitian yang mempelajari secara mendalam suatu kasus secara spesifik yang terdapat pada sebuah sistem yang terikat pada waktu dan tempat dengan mengumpulkan informasi secara terinci dan mendalam dengan menggunakan

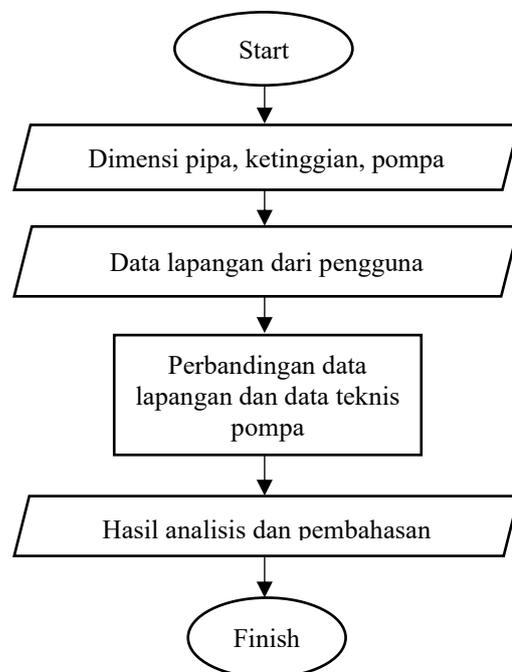
berbagai prosedur pengumpulan data selama periode tertentu (Wahyuningsih, 2013).

Pencarian informasi dan data pada penelitian ini dilakukan langsung dengan mendatangi lokasi pompa, dan data-data dari pihak pengguna pompa. Proses penentuan sebab-sebab masalah yang terjadi pada kerusakan pompa tidak berdasarkan perhitungan dari rumus-rumus kapasitas dan tekanan pompa, karena tidak tersedianya data-data dari lapangan maupun pihak pengguna.

Oleh karena itu penulis hanya menyampaikan fenomena yang terjadi berdasarkan pengukuran-pengukuran dimensi pompa dan ketinggian hisap pompa.

Oleh karena itu macam penelitian ini bisa termasuk dalam kategori penelitian kualitatif, karena analisa di penelitian ini menggunakan metode non-statistik, penelitian ini bersifat deskriptif, menonjolkan perspektif subjek, proses dan makna (Fiantika dkk., 2022).

Alur penelitian ini dapat dijelaskan pada tahapan-tahapan seperti yang ditunjukkan pada diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Dari diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 1 memberikan informasi proses

pengambilan data, analisa data dan pembahasan, namun secara keseluruhan rangkaian kejadian yang dimulai dari komunikasi dari pengguna mengenai awal terjadinya kerusakan pompa dapat dijelaskan tahapan-tahapannya sebagai berikut:

1. Laporan dari pengguna mengenai kinerja pompa yang kurang dibandingkan dengan kinerja yang terdapat didalam data teknis pompa.
2. Melakukan survey ke area pompa dan melakukan pengukuran ketinggian pompa terhadap permukaan cairan, bentuk pipa *suction*, pengambilan foto area pompa, dan foto cairan.
3. Mendapatkan data-data lapangan dari pengguna pompa seperti data karakter cairan limbah *scum*, ketinggian optimal jarak pompa dan permukaan cairan.
4. Informasi mengenai awal pengoperasian pompa.
5. Analisa kerusakan, pengambilan foto-foto kerusakan, pembahasan sebab-sebab kerusakan dan solusi perbaikan.

III. Hasil dan Pembahasan

Pertama kita sajikan data-data teknis pompa yang didapat dari manufaktur pompa, data teknis dibuat berdasarkan permintaan kinerja yang diinginkan oleh pengguna pompa.

Kemudian kinerja pompa yang diinginkan disesuaikan dengan batasan-batasan spesifikasi yang dimiliki oleh manufaktur pompa seperti tekanan *inlet* atau *suction*, *NPSHr*, *solid content*, *size of solid*, *product temperatur*.

Berdasarkan data teknis dari pompa didapat adalah sebagai berikut:

- Kapasitas minimum : 3 m³/h pada 20 Hz
- Kapasitas maksimum : 10 m³/h pada 60 Hz
- Tekanan maksimum : 2 bar
- Tekanan inlet : kondisi *suction lift* max. 2.5 m
- NPSHr* : 2.8 m
- Solids content* : 2-5 %
- Size of solids* : ≤ 2 mm
- Product temperature* : 5°C - 30°C

- Daya motor : 2.2 kW
- Starting motor : *direct on frequency inverter*

Nilai kapasitas yang disebutkan berdasarkan frekuensi motor, frekuensi motor berpengaruh terhadap putaran pompa. Untuk mendapatkan kapasitas 10 m³/h harus mengatur frekuensi sebesar 60 Hz di *frequency inverter*. Semua data-data yang disebutkan di atas berdasarkan data teknis dari manufaktur pompa seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.

Scum Box Pump Progressive cavity pump BN 10-6L			
qty.: 2			
Application data			
Conveyed product	scum		
Flowability	flowable		
Solids content	2-5 %		
Size of solids	≤ 2 mm		
Density	unknown, 1 kg/dm ³ assumed		
Product temperature	5°C - 30°C		
pH value	7		
Kind of operation	continuous		
Operating hours	8 h/day		
Location	indoor, dry atmosphere		
Altitude of installation	up to 1000 m assumed		
Surrounding temperature	normal (5-40 °C)		
Performance data			
	Capacity	Pressure	Speed
	3 m ³ /h	2 bar	110 min ⁻¹
	10 m ³ /h	2 bar	364 min ⁻¹
			min max
Starting torque	90 Nm		
Req. operating power at pump shaft	1.5 kW		
Inlet pressure	suction lift max. 2.5m		
NPSHr	2.8 m		
Drive			
Type	Gear motor at freq. inv. (inverter is not included)		
Rated output	2.2 kW		
Rated speed	1440 min ⁻¹		
Starting	direct on frequency inverter		

Gambar 2. Data teknis pompa

Berdasarkan tahapan-tahapan yang disebutkan di metode penelitian, akan dibuat secara rinci permasalahan-permasalahan yang terjadi dengan berdasarkan data lapangan dan perbandingan data.

Laporan pengguna

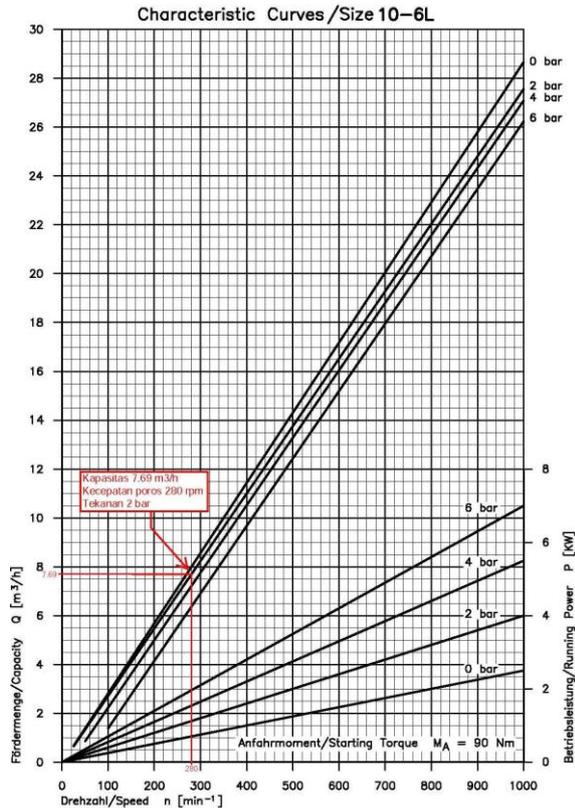
Informasi yang di dapat dari pengguna yang berada di lapangan adalah pompa tidak dapat mencapai kapasitas maksimum, data-data yang didapat dari lapangan setelah terjadinya kerusakan adalah sebagai berikut:

- Kapasitas tercapai : 5 m³/h pada 50 Hz
- Solids content* : 66700 ppm (6.5%)

Frekuensi motor yang digunakan 50 hz, tidak langsung menggunakan frekuensi 60 Hz karena sedang ada kerusakan pada alat *frequency inverter* di control panel. Namun, frekuensi 50 Hz sudah bisa mewakili nilai kapasitas optimal dengan melihat nilai kapasitas pada kurva kecepatan

poros pompa sebesar 280 rpm yang diatur pada frekuensi 50 Hz adalah sebesar 7.69 m³/h.

Kurva pompa adalah besaran kapasitas pompa terhadap putaran poros pompa yang mempunyai garis tekanan yang linier seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Kurva pompa PCP

Nilai tekanan pompa tidak bisa ditentukan secara pasti karena pada jalur pipa *discharge* tidak dipasang *pressure gauge*, namun setelah diperiksa ke bagian tangki *outlet* cairan sudah sampai jadi tekanan tidak dipermasalahan oleh pengguna.

Hasil Survey

Jenis pompa yang diperiksa di lapangan adalah progressive cavity seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Dari foto tersebut terlihat ada 2 unit pompa yang dipasang berdampingan dan sudah terpasang pada pipa *suction* dan *discharge*.



Gambar 4. Pompa PCP

Pemeriksaan langsung ke lapangan untuk mendapatkan data-data aktual dan mendapatkan foto-foto. Pertama dilakukan pemeriksaan ketinggian *suction* pompa terhadap permukaan cairan yang didapat nilai ketinggian statis *suction lift* pompa adalah 4 meter seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Ketinggian *suction lift*

Foto kondisi cairan yang dipompakan dapat ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Bentuk cairan *scum*

Dari Gambar 6 terlihat banyak padatan-padatan yang mengapung dipermukaan, dan kondisi ini menggambarkan kondisi kekentalan dan kepadatan cairan yang sangat tinggi.

Dari ketinggian *suction lift* dan kekentalan cairan dengan kepadatan 6.5% memperlihatkan bahwa data aktual di lapangan berbeda dengan spesifikasi pada data teknis manufaktur. Data di lapangan mempunyai nilai yang melebihi dari standar dari data spesifikasi pompa.

Wawancara pengguna pompa

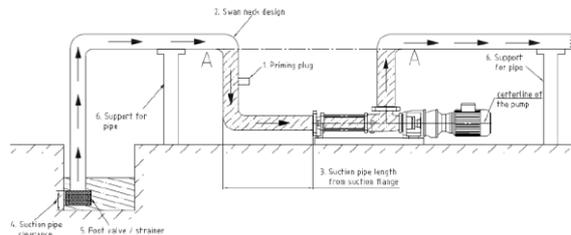
Keterangan yang di dapat dari teknisi pengguna pompa bahwa pada saat pompa dijalankan pertama kali mempunyai beberapa kesalahan-kesalahan sebagai berikut:

- Memberikan informasi kepadatan sebesar 2-5% kepada pabrikan.
- Tidak mengundang pihak pabrikan untuk melakukan *start-up* pompa.
- Kemungkinan pompa tidak di priming dengan benar. Pipa *inlet* harus diisi dengan cairan, misalnya air sampai penuh.
- Pompa tetap dijalankan saat kondisi kapasitas masih belum mencapai, sehingga memungkinkan pompa mengalami *dry running*.
- Ketinggian *suction lift* berkisar 2.5 sampai dengan 4 meter. Kondisi ini tergantung aktivitas produksi.
- Saat getaran pompa tinggi dan suara tidak normal, pompa tetap dijalankan.

Pengguna perlu ditemani oleh teknisi dari pihak pabrikan saat menjalankan pompa pertama kali, agar apabila ada kondisi pengoperasian pompa yang tidak normal dapat segera dihindari dan kerusakan pompa tidak terjadi.

Saat pompa dijalankan tidak diketahui secara pasti berapa ketinggian *suction lift*, jadi dimungkinkan terjadinya *suction lift* sebesar 4 meter, dan saat pipa *inlet* masih belum terisi penuh tetapi pompa tetap dijalankan dan terjadi *dry running* tanpa diketahui oleh operator.

Pengguna sudah mengubah bentuk pipa inlet menjadi tipe *swan neck* (leher angsa), yang direkomendasikan oleh pabrikan apabila bagian sisi hisap pompa dalam kondisi *suction lift* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. *Swan neck piping*

Bentuk pipa *swan neck* digunakan agar bagian pipa *suction* dapat terisi penuh oleh cairan saat pompa pertama kali dijalankan untuk menghindari terjadi kondisi *dry running* yang terlalu lama. Karena prinsip kerja aliran di dalam pipa *suction* adalah adanya kondisi vakum yang dapat membuat cairan bergerak ke dalam sator, maka cairan limbah *scum* akan terhisap masuk ke dalam pompa.

Pipa *swan neck* yang direkomendasikan mengharuskan adanya lubang *priming* (*priming plug*) agar memudahkan memasukkan air ke dalam *swan neck piping*, tetapi pihak pengguna tidak membuat *priming plug*, sehingga saat sebelum pompa dijalankan pipa *suction* tidak terisi penuh oleh cairan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Pipa *swan neck* terpasang

Karena kekentalan cairannya sangat tinggi maka mengakibatkan kecepatan hisap menjadi berkurang dan mudah terjadi *dry*

running di bagian stator karena kondisi stator menjadi panas yang disebabkan tidak ada cairan dalam durasi yang cukup lama.

Dry running adalah kondisi saat tidak ada cairan pada bagian stator saat pompa dijalankan. Kerusakan stator pompa akibat *dry running* terjadi ketika hilangnya pelumasan fluida yang dipompa menyebabkan gesekan dan suhu berlebih pada permukaan stator (Plant engineering, 2020). Hal tersebut merupakan penyebab paling umum kegagalan pompa, apabila temperatur operasi cairan melebihi batas maksimum temperatur yang diijinkan dari elastomer stator (Suttman & Wecking, 2022).

Meskipun sudah terpasang *temperatur probe sensor* di bagian stator, namun karena terjadinya *dry running* selama beberapa menit dan bahkan dalam waktu tersingkat sekalipun, *dry running* dapat merusak stator, *temperatur probe sensor* di stator mungkin tidak selalu menjadi cara terbaik untuk mendeteksi *dry running* (Lee, 2001).

Kerusakan pompa

Bagian dari pompa yang pertama kali mengalami kerusakan adalah stator, karena stator terbuat dari karet elastomer NBR, maka stator NBR akan mengalami kerusakan apabila temperatur operasional melebihi 125°C (Kanny & Mohan, 2017) dan menjadi retak karena sebab *dry running* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Stator dan bagian yang aus

Pada Gambar 9 terlihat bagian dalam dari stator yang terbuat dari elastomer sudah mengalami erosi. Pada permukaan stator terdapat bercak-bercak putih yang apabila disentuh terdapat gradasi permukaan yang kasar. Hal tersebut mengindikasikan stator mengalami degradasi secara cepat dan akan menyebabkan kerusakan pada *seal lines* yang akan menurunkan kinerja kapasitas dan tekanan pompa.

Pada komponen rotor juga mengalami kerusakan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Kondisi rotor yang rusak

Pada Gambar 10 memperlihatkan beberapa bagian rotor yang baret, dimungkinkan baret-baret tersebut terjadi karena gesekan dengan stator dan padatan-padatan yang dalam kondisi kering di dalam rongga stator. Karena padatan dalam kondisi kering maka mudah untuk merusak permukaan dari rotor.

Perbandingan data

Berdasarkan informasi dari pengguna dan dari data teknis pabrik, terdapat perbedaan. Ketinggian *suction lift* di lapangan ternyata sebesar 4 meter, sedangkan informasi yang diberikan oleh pengguna kepada pabrik pada saat pemilihan pompa adalah 2.5 meter.

Konsentrasi padatan yang diinfokan oleh pengguna sebelum pemilihan pompa adalah 2-5% sedangkan konsentrasi padatan aktual di lapangan adalah 6.5%.

Saran kepada Pengguna

- Meningkatkan level cairan atau mendekatkan jarak pompa ke sumber cairan.

- Kondisi cairan agar bisa dibuat lebih encer dengan menambahkan cairan dan diaduk/*mixing* sehingga kondisi cairan lebih homogen dan lebih mudah untuk terhisap
- Pompa di priming hingga flow tercapai.
- Diberikan tambahan pompa *priming* atau tipe *submersible open impeller* yang dipasangkan sebelum cairan melewati pompa PCP. agar kerja hisap pompa PCP tidak terlalu berat dan kapasitas yang diinginkan bisa tercapai karena tekanan pada posisi *suction* pompa PCP lebih mendekati kearah *positive pressure*.
- Bila saran telah diikuti, sebelum pompa dijalankan lagi, diharapkan untuk memanggil teknisi dari pabrikan agar sistem bisa dicek terlebih dahulu,
- Saran sebelum melakukan menjalankan, sebaiknya jika dari pengguna mengajak teknisi pabrikan untuk survey lapangan agar data yang diperoleh bisa lebih akurat dan saran untuk pemasangan instalasi bisa lebih tepat.

VI. Kesimpulan

Pihak pengguna menjalankan prosuder menjalankan pompa pertama kali tidak sesuai dengan rekomendasi *manual operating* dari pabrikan sehingga saat pompa awal dijalankan sudah mulai terjadi *dry running* yang dapat menyebabkan stator menjadi rusak. Stator harus diganti apabila ingin mendapatkan performa pompa kembali optimal dan merubah posisi pompa agar tekanan *suction* semakin mendekati positif.

Daftar pustaka

- Anuar K H. N., Razali M. N. M., Yasin M. R. M., Hadi A. M., Ghaffar A. N. A. (2021). *Custom centrifugal pump performance in supplying high viscos liquid*. Journal of Modern Manufacturing Systems and Technology (JMMST), VOL. 5, ISSUE 1, 80 – 88.
- Baroiu N, Costin A G, Frumușanu R G, Teodor G V, Oancea N (2021). *Study of the stator*

- geometry for a Moineau pump*. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. Cholet Henri (1997). *Progressing Cavity Pumps*. Edition Technip, Paris
- Farno Ehsan, Eshtiaghi Nicky (2019). *PUMPING SEWAGE SLUDGE: a challenge for futures*. Water e-Journal, pump industry, Issue 28.
- Fiantika Rita Feny dkk. (2022). Metode Penelitian Kualitatif. PT. GLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI.
- for Biodiesel Production Using Statistical Approach*. Int. Journal of Renewable Energy Development (IJRED), 6(2), 171-179
- Ibrahim Hag N.S., Hamza A. E. (2017). *Optimization of Lipid Extraction from Municipal Scum Sludge*
- Irawan Tri Heri, Pamungkas Iing, Akmal Khaleil Abdiel, Pandria Azis M. T., Sofiyannurriyanti, Hasnita, Azhar (2024). *Identifikasi Penyebab Kerusakan Mesin Pompa pada Sistem Distribusi Air PDAM Menggunakan FMEA dan LTA*. Jurnal Optimalisasi Vol. 10, No. 2, Oktober.
- Kanny K. and Mohan P. T. (2017). *Rubber nanocomposites with nanoclay as the filler*. Book: Progress in Rubber Nanocomposites, page 156.
- Lee David (2021). Sensing the way to protect progressing cavity pumps. World Pumps book, Volume 2001, Issue 419, August 2001, Pages 48-49.
- Nguyen K., Nguyen C.T., Al-Safran E. (2021). *Modeling the performance of progressive cavity pump under downhole conditions*. Journal of Petroleum Science and Engineering. Volume 198.
- Nguyen Tan (2020). *Artificial Lift Methods Design, Practices, and Applications*. Springer Nature Switzerland AG. Page 181.
- Plant engineering website (2020). Understanding progressive cavity pumps. Informasi dari <https://www.plantengineering.com/understanding-progressive-cavity-pumps/> (diakses pada 29-Juli-2025).
- Pratiwi Wahyu Safitri, Nisa Zakiyayasin Qotrunada Syadzadhiya (2023). *Evaluasi Pengelolaan Limbah B3 Industri Manufaktur*. Nusantara Hasana Journal, Volume 3 No. 7 (Desember 2023), Page: 68-83.

- Rasyid Abdul Muhammad, Ritonga A Aswan Din, Aldori Rahmad Yopan, Sukmawati, Yusnita Erni, Wijayanto Heiliano Etanto, Idris Muhammad (2023). *Analisis Pengaruh Tinggi Hisap Pompa Sentrifugal Terhadap Kapasitas dan Efisiensi Pompa*. JMEMME, Vol. 7 (2) Des.
- Rounela Simo (2025). Innovative Dry Run Solutions for Progressive Cavity Pumps. Valmet Website. Informasi dari <https://www.valmet.com/insights/articles/low-control/Innovative-dry-run-solutions-for-progressive-cavity-pumps/> (diakses pada 29-Juli-2025).
- Santos F. Andreia, Ferreira M. G. Abel, Quina J. Margarida (2022). *Efficient Management of Sewage Sludge from Urban Wastewaters with the Addition of Inorganic Waste: Focus on Rheological Properties*. Clean Technol., 4, 841–853. <https://doi.org/10.3390/cleantechnol4030052>.
- Savira Alya Salsabila, Zamrudy Windi (2023). *Analisis TSS, BOD, COD, dan Minyak Lemak Limbah Cair Pada Industri Susu*. Jurnal Teknologi Separasi, Vol. 9, No. 3.
- Suttmann Bernd, Wecking Patrick (2022). *Progressive cavity pump having improved stator dry-running protection*. United States Patent, Patent No .: US 11,280,333 B2.
- Tando Arjal, Linrung Alimuddin, Syafrun Muhammad, Efendi Rustam (2024). *Efek tinggi hisap terhadap kapasistas pompa sentrifugal*. ARMATUR : Artikel Teknik Mesin & Manufaktur, volume 5 nomor 1.
- Wahyuningsih Sri (2013). *Metode Penelitian Studi Kasus*. UTM Press, Cetakan Pertama, Desember.
- Yi Wang, Sha Feng, Xiaojuan Bai, Jingchan Zhao, Siqing Xia (2015). *Scum sludge as a potential feedstock for biodiesel production from wastewater treatment plants*. Waste Management, Published by Elsevier Ltd.
- Yolanda Marcela Enríquez-Méndez, José Gerardo Torres-Toledano, Francisco Armando Rojas-Sánchez (2015). *Progressive Cavities Pump: a Case of Study*. Gas Mexico Congress Full Paper, Conference Paper · September.
- Yu Ji Ying, Zheng Han Shao, Zhang Liang Yu, Zhang Yuan Kai, Zhu Chao Zu (2025). *Numerical simulation of the effect of installation height on self-priming performance of a prototype self-priming pump*. Scientific Reports, 15:16591.