

ANALISIS WEAR RING IMPELLER LOAD CYCLE FATIGUE PADA SISTEM KERJA POMPA SENTRIFUGAL ETA-N 100X80-200 TERHADAP LIFECYCLE POMPA

Muhammad Fatih Zahir Asrof Ismail^{1*}

¹Teknik Mesin Kilang, PEM Akamigas, Jl. Gajah Mada No. 38, Blora.58315

*E-mail: fatihashraf53@gmail.com

ABSTRAK

Beberapa kasus kegagalan dalam operasional pompa sentrifugal adalah adanya kebocoran dalam pompa yang disebabkan masa pakai komponen yang singkat. Di dalam komponen pompa sentrifugal terdapat cincin aus (*wear ring*) yang berada didalam *impeller pompa*. Jika pemasangan *wear ring* terlalu rapat dan kencang, maka akan menghasilkan gesekan yang berlebih antara permukaan luar *wear ring impeller* dengan permukaan dalam *wear ring*. Untuk *wear ring impeller* dengan diameter dalam 119,93 mm dan diameter luar 136,7 mm, jarak bebas (*clearance*) antara *wear ring impeller* dalam dan casing adalah 0,07 mm. Selain itu analisis menggunakan *software ANSYS* sangatlah penting sebagai metoda komputasi, menentukan kecacatan dan deformasi pada sisa umur (*lifecycle*) pada *wear ring impeller* pompa. Selain itu metoda berbasis observasi di lapangan juga diperlukan guna memperdalam ilmu lapangan dan dapat menganalisa secara langsung (*realtime*). Berdasarkan kondisi yang sudah ditetapkan, *wear ring impeller* memiliki masa pakai $5,571 \times 10^7$ pada 1x load pembebanan dan $0,5517 \times 10^7$ pada 2x load pembebanan. Dari hasil tersebut, *wear ring* pada *impeller* pompa sentrifugal ETA-N 100X80-200 yang berada pada bengkel mekanik PEM Akamigas masih aman dan sangat memungkinkan untuk beroperasi serta dapat diterima berdasarkan standar jarak bebas (*clearance*).

Kata kunci: Pompa Sentrifugal, *Wear Ring*, *Impeller*, *Lifetime*, Jarak Bebas

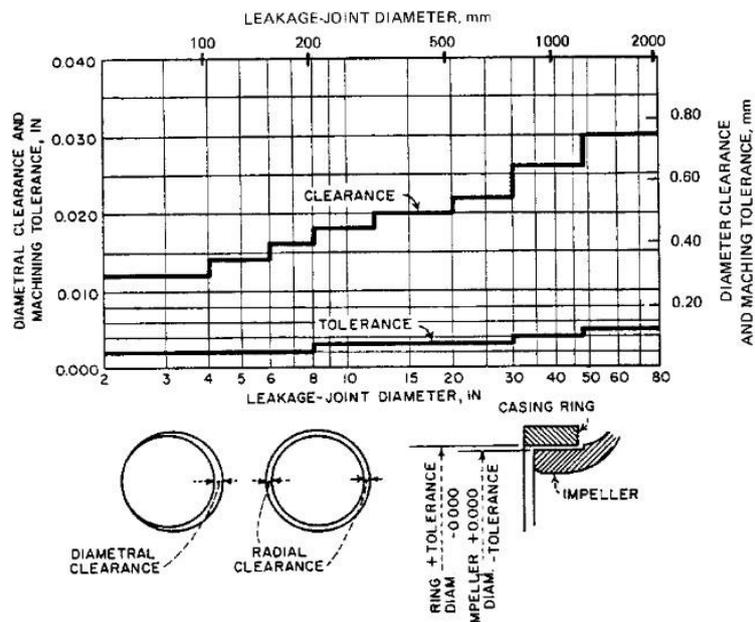
1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di bidang industri minyak dan gas bumi, pembangkit dan manufaktur mengalami perkembangan yang sangat pesat demi menunjang kegiatan dan pengoperasiannya. Salah satu alat pengoperasian di industri tersebut adalah pompa sentrifugal yang bertempat di Bengkel Mekanik PEM Akamigas. Pompa merupakan alat (mesin fluida) yang sering digunakan dalam berbagai macam industri yang dapat memindahkan fluida cair (*incompressible*) dari suatu tempat ke tempat lain menggunakan media perpipaan dengan menambahkan suatu energi tekanan [1]. Salah satu komponen pompa adalah *wear ring* (cincin ring), *wear ring* sendiri memiliki fungsi untuk menciptakan sambungan untuk mencegah kebocoran yang dapat diperbarui secara mudah dan ekonomis yang berada pada *impeller*. Selain itu, *wear ring* juga berfungsi untuk mengurangi keausan pada *impeller* dan memperpanjang umur operasi pompa, serta mempertahankan efisiensi kinerjanya [2]. *Wear ring* pompa sentrifugal ETA-N 100X80-200 ditampilkan pada gambar 1.



Gambar 1. Wear Ring Pompa Sentrifugal ETA-N 100X80-200

Wear ring clearance adalah jarak atau gap yang diperlukan antara dua komponen yang bergerak untuk memastikan *impeller* dan casing pompa tidak mengalami gesekan yang berlebihan atau mengalami keausan yang tidak diinginkan [4]. Gambar 2 menunjukkan tabel *wear ring clearance*, dimana terdapat jarak antara diameter cincin dengan toleransi yang diizinkan dalam tabel sehingga memungkinkan cincin dapat bekerja dengan maksimal. Analisis pada cincin aus (*wear ring*) sangatlah penting untuk perawatan berkala dalam industri, selain itu *wear ring* juga berfungsi sebagai pelindung antara bagian *rotating* dan bagian *stasioner* agar mencegah kontak langsung. Beberapa alasan analisis *wear ring* sangatlah penting bagi industry antara lain mengidentifikasi tanda-tanda keausan dini, mengurangi risiko kebocoran dan efisiensi pompa, meminimalkan biaya dan perawatan, meningkatkan umur perawatan, dan mendukung keamanan operasional.

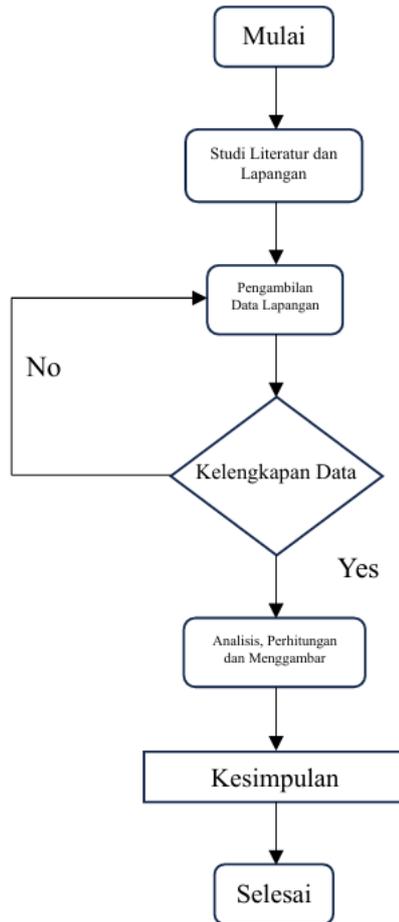


Gambar 2. Wear Ring Clearances

2. METODE

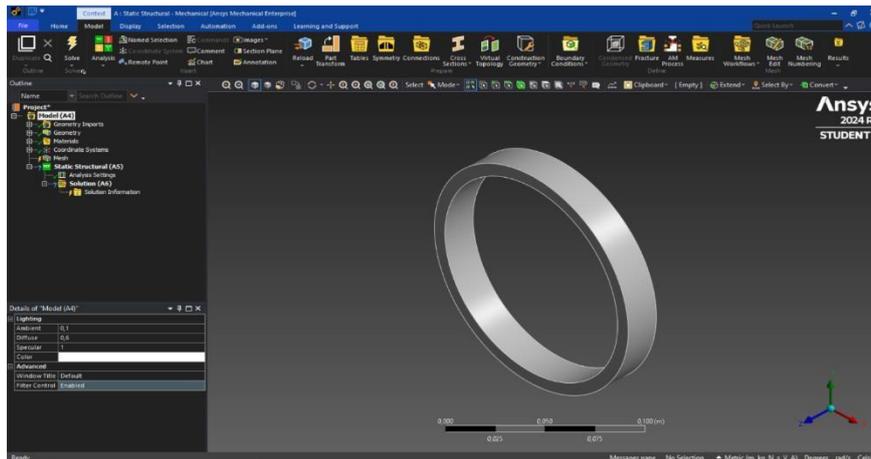
Gambar 3 merupakan flowchart penelitian. Untuk mengetahui sisa umur (*life cycle*) pada *wear ring impeller* pompa dilakukan studi literatur dan pengambilan data di lapangan, tepatnya

di bengkel mekanik PEM Akamigas dengan tujuan mengumpulkan data-data yang terdapat pada *wear ring impeller* pompa secara aktual waktu di lapangan secara langsung. Kemudian setelah data-data di lapangan terkumpul, selanjutnya adalah melakukan perhitungan dan menganalisis menggunakan *software ANSYS* agar mengetahui apakah *wear ring impeller* pada pompa masih memenuhi dari batas *clearance* yang diizinkan atau tidak, dan mengetahui sisa umur pada *wear ring* pompa. Dari hasil tersebut digunakan untuk menentukan penggunaan *wear ring* untuk dilakukan inspeksi secara berkala dan melakukan perawatan secara sistematis pada pompa.

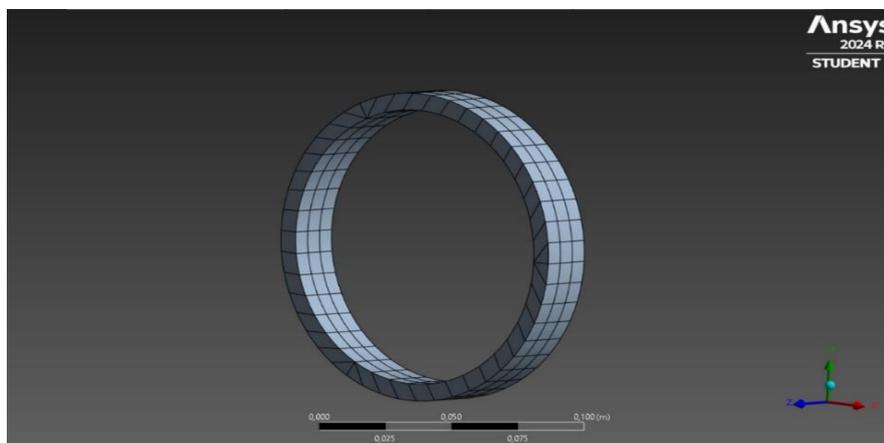


Gambar 3. Flowchart Proyek Kerja Wajib

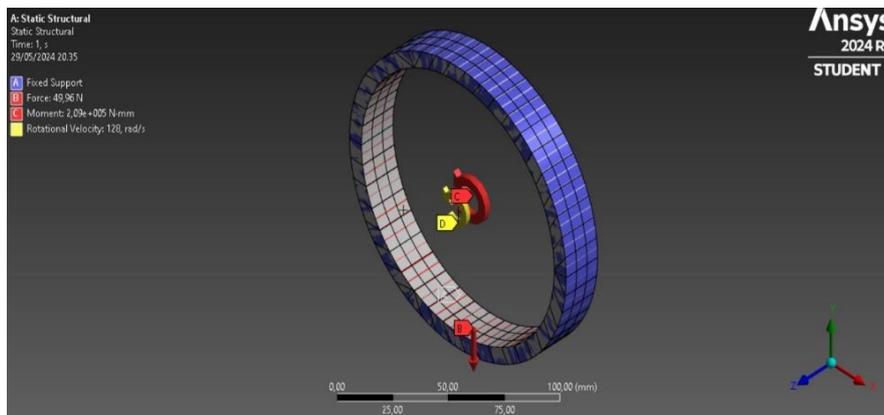
Dalam hal analisa dan desain *wear ring impeller*, rancangan ini dibuat menggunakan sketsa model dari *software ANSYS 2024*. Pada gambar 4, 5 dan 6 masing-masing model terdapat perbedaan konstruksi dan desain yaitu *CAD Model Wear ring*, *Mesh model*, dan *Constrain and Load Model* yang dirancang menggunakan *software*. Selain itu metoda yang digunakan dalam menganalisa *wear ring* adalah dimulai dari studi literatur dan pengambilan data di lapangan, kemudian dilakukan pengecekan apakah data yang didapatkan sudah memenuhi atau belum, jika belum maka dilakukan pengambilan data kembali di lapangan, jika sudah maka melakukan perhitungan dan menganalisa menggunakan *software*. Terakhir, adalah mengambil kesimpulan dan publikasi.



Gambar 4. CAD Model Wear Ring



Gambar 5. Mesh Model Wear Ring



Gambar 6. Constrain and Load Model

Setelah ditentukan nya konstruksi *wear ring* pada *impeller*, selanjutnya adalah menghitung persamaan kondisi beban yang dibeikan pada *wear ring impeller*. Perhitungan adalah sebagai berikut [4]:

$$F = ma$$

$$kgf (N) = kg \times F$$

(1)

Setelah menentukan beban gaya yang diberikan pada *wear ring*, selanjutnya adalah menentukan momen yang diberikan pada *wear ring* dengan mengkonversi momen dari satuan imperial ke satuan metrik.

$$1\text{ lbf. ft} = 0.001488 \text{ kgf. mm}$$

Kecepatan rotasi yang diberikan pada *wear ring* (rad/s). Untuk mengubah kecepatan rotasi dari rpm (putaran per menit) menjadi rad/s (radian per detik), faktor konversi digunakan di bawah ini [5].

$$w = \frac{2\pi \times n}{60} \tag{2}$$

$$w = 0.1047 \text{ rad/s}$$

3. PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan pada *wear ring impeller* pompa sentrifugal ETA-N 100x80-200 terdapat beberapa parameter pengujian yang digunakan untuk simulasi *stress analysis fatigue for lifecycle pump*. Tabel 1 merupakan parameter pengujian pada pompa sentrifugal ETA-N 100x80-200 yang berada di bengkel mekanik PEM Akamigas.

Tabel 1. Data Parameter Pengujian *Wear Ring Impeller*

Nama	Spesifikasi
Merk	Torishima
Material	Grey Cast Iron
Force	-49,94 N
Moment	209.000 N.mm
Thermal Condition	40°C
Rpm	2900
OD	136,7 mm
ID	119,93 mm
Weight	200 gr
Height	3 mm

Dari hasil proyek yang dilakukan selama 2 minggu di bengkel mekanik PEM Akamigas, didapatkan data operasi pada *wear ring impeller* pompa sentrifugal ETA-N 100x80-200: seperti yang dipaparkan dalam tabel 1, dari data tersebut dan hasil analisis menggunakan *software ANSYS 2024*, dapat ditentukan hasil *load cycle fatigue* terhadap *lifecycle* atau sisa umur pada pompa. Kondisi operasional dan lingkungan juga memiliki pengaruh yang besar terhadap *wear ring*, terutama dalam hal kecepatan keausan dan umur pemakaian *wear ring*. Faktor-faktor operasional yang mempengaruhi *wear ring* dan rekomendasi praktis untuk pengoptimalan

pengoperasian pompa antara lain kandungan partikel abrasif dalam fluida, suhu operasional tinggi, tekanan yang tinggi, getaran dan ketidakseimbangan.

Untuk mencegah hal tersebut, rekomendasi praktis untuk pengoperasian pompa antara lain sebagai berikut memilih material *wear ring* yang tepat, pemantauan kondisi operasional, filtrasi fluida sebelum pengoperasian pada pompa, menjaga keseimbangan (*alligment*) dan pelumasan dengan baik, dan menjadwalkan pemeliharaan secara rutin.

Tabel 2. Wear Ring Life Time

<i>Available Life (Month)</i>	<i>Load</i>
5,571 X 10 ⁷	1x
2,7 X 10 ⁷	1,25x
1,5 X 10 ⁷	1,5x
0,8 X 10 ⁷	1,75x
0,5517 X 10 ⁷	2x

Dari tabel 2 dapat dihasilkan bahwa beban yang diberikan pada *wear ring impeller* 2x dari beban awal, terdapat pengurangan umur (*life*) sebesar 5,013 month dengan 1x load pembebanan nilai pengurangan umur minimal sebesar 5,471 X 10⁷ month dan 2x load pembebanan nilai pengurangan umur maksimal pada *wear ring* sebesar 0,5517 X 10⁷ month.

4. SIMPULAN

Dari hasil perhitungan dan analisa menggunakan *software ANSYS 2024*, dapat disimpulkan bahwa hasil pengurangan pembebanan pada *wear ring* pompa sentrifugal ETA-N 100X80-200 yang ada di bengkel mekanik PEM Akamigas antara pembebanan 1x load (minimal) dengan pembebanan 2x load (maksimal) didapatkan hasil pengurangan umur (*life*) pada *wear ring* pompa sebesar 5,013 month. Artinya *wear ring* pompa masih memenuhi tabel *clearance* atau bisa dikatakan masih sangat aman untuk digunakan dalam operasi pompa. Selain itu, hal yang tidak kalah penting selain menganalisa *wear ring impeller* pada pompa adalah melakukan inspeksi secara berkala untuk mengetahui *wear ring* tersebut apakah terdapat kecacatan, perubahan bentuk (*deformation*) dan korosi atau tidak, juga melakukan perawatan secara sistematis (*corrective maintenance*) demi tujuan peningkatan kinerja *wear ring* yang optimal dengan menekan pada biaya (*cost*).

5. DAFTAR PUSTAKA

[1.] E. Pujiyulianto, A. Muhyi, F. Paundra, F. Perdana, H. Yudistira, and M. Syauckani, "Failure Analysis of a Wear Ring Impeller," *Engineering Failure Analysis*, vol. 138, p. 106415, 2022, doi: 10.1016/j.engfailanal.2022.106415.

[2.] Fahmi, Alfino Rifqi. (2016). ANALISIS FATIGUE LIFE SAMBUNGAN KRITIS PADA PLAT-FORM ATAKA B DENGAN RETAK SEMIELLIPTICAL MENGGUNAKAN LINEAR ELASTIC FRACTURE MECHANICS (LEFM). Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

[3.] S. Supari, *Perawatan Mekanik*. Jakarta: Gramedia, 2012.

[4.] I. J. Karassik, *Pump Handbook*, 4rd Edition. New York: McGraw-Hill, 2008.

- [5.] T. Ambler and Barry N. Taylor, NST Special publication 881: 2008 Edition
- [6.] ASM Handbook Committee, ASM Handbook, vol. 1. Materials Park, OH:ASM International, 2002.
- [7.] Kreith, F., & Bohn, M. S. (2001). *Principles of Heat Transfer*. Brooks/Cole.
- [8.] Smith, R., & Hinchcliffe, G. (2003). *Reliability-Centered Maintenance*. McGraw-Hill Professional.
- [9.] Rao, V. D., & Dhinakaran, S. (2006). "Computational fluid dynamics analysis of turbulent flow in a centrifugal pump." *International Journal of Fluid Machinery and Systems*, 9(3), 159-167.
- [10.] Kalpakjian, S., & Schmid, S. (2009). *Manufacturing Engineering and Technology*. Pearson.

Daftar Notasi

$F=ma$	=	Beban yang diberikan <i>Wear Ring</i> , N
$Lbf.ft$	=	Momen Yang diberikan <i>Wear Ring</i> , <i>Kgf.mm</i>
w	=	Kecepatan Rotasi , rad/s