

Analisis Casing Wear Ring Load Cycle Fatigue pada Sistem Kerja Pompa Sentrifugal ETA-N 100x80-200 di Bengkel Mekanik PEM Akamigas

Susilo Handoko

Program Studi Teknik Mesin Kilang, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas

Muhammad Dhendy Sao Sao

Program Studi Teknik Mesin Kilang, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas

Email korespondensi: susilohandoko65@gmail.com

Abstract. The aim of this research is to analyze casing wear ring load cycle fatigue on the working system of eta-n 100x80-200 centrifugal pump at the akamigas mechanical workshop. This research method uses the step method. Simulation results using ANSYS 2024 software, obtained wear ring wear deformation of 0.378885 mm (average) and 0.3762455 mm (maximum) with wear ring clearance 0.38 mm. The comparison results of wear ring wear are less than the maximum wear ring tolerance, and wear ring wear is more than the minimum wear ring tolerance, so the results obtained still meet the tolerance standards. Simulation results of wear rings that are given 2x loading from the initial load

Keywords: Casing Wear Ring Load Cycle Fatigue, ETA-N Centrifugal Pump, Pump Working System

Abstrak. Tujuan pada penelitian ini untuk menganalisis *casing wear ring load cycle fatigue* pada sistem kerja pompa sentrifugal eta-n 100x80-200 di bengkel mekanik pem akamigas. Metode penelitian ini menggunakan metode langkah-langkah. Hasil simulasi menggunakan software ANSYS 2024, didapatkan deformasi *wear ring wear* sebesar 0,378885 mm (*average*) dan 0,3762455 mm (*maximum*) dengan *wear ring clearance* 0,38 mm. Hasil perbandingan *wear ring wear* kurang dari *maximum wear ring tolerance*, dan *wear ring wear* lebih dari *minimum wear ring tolerance*, maka hasil yang didapatkan masih memenuhi standar toleransi. Hasil simulasi *wear ring* yang diberikan pembebanan 2x dari beban awal, terdapat pengurangan *life* (umur) sebesar 5,013 month (masih memenuhi).

Kata Kunci: Casing Wear Ring Load Cycle Fatigue, Pompa Sentrifugal ETA-N, Sistem Kerja Pompa

1. LATAR BELAKANG

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. Bengkel mekanik PEM Akamigas merupakan tempat untuk praktikum pelaksanaan dan fasilitas penunjang Proyek Kerja Wajib (Pujiyulianto et al, 2022).

Pompa adalah suatu alat (mesin fluida) yang banyak digunakan dalam suatu industri khususnya di industri perminyakan ataupun industri pembangkit. Pompa merupakan suatu alat yang dapat memindahkan fluida *incompressible* dari satu tempat ke tempat yang lain melalui media perpipaan dengan cara menambahkan suatu energi tekanan pada fluida yang dipindahkan dan berlangsung secara kontinyu (Rifqi, 2016). Pompa sentrifugal sebagai salah satu jenis pompa yang banyak dijumpai dalam industri, bekerja dengan prinsip putaran *impeller* sebagai elemen pemindah fluida yang digerakkan oleh suatu penggerak mula (Ambler & Taylor, 2008). Zat cair yang berada didalam akan berputar akibat dorongan sudu-sudu dan

menimbulkan gaya sentrifugal yang menyebabkan cairan mengalir dari tengah *impeller* dan keluar melalui saluran diantara sudu-sudu dan keluar dari *impeller* dengan kecepatan tinggi (Supari, 2012).

Dalam hal ini, kelompok kami menganalisa salah satu komponen yang ada di dalam pompa sentrifugal *single stage* yang berada di Bengkel Mekanik PEM Akamigas yaitu *wear ring*. *Wear ring* sendiri memiliki fungsi untuk mencegah kebocoran pada pompa. Sehingga dalam praktik di lapangan dan analisa yang kelompok kami dapat, *wear ring* pada pompa ditemukan kerusakan dan deformasi pada *wear ring* tersebut (Karassik, 2008).

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis *casing wear ring load cycle fatigue* pada sistem kerja pompa sentrifugal eta-n 100x80-200 di bengkel mekanik pem akamigas.

2. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian adalah prosedur atau langkah - langkah dalam mendapatkan atau menyusun suatu laporan dan digunakan dalam pelaksanaan Proyek Kerja Wajib. Tempat pelaksanaan praktikum analisis *load cycle fatigue wear ring* adalah di bengkel mekanik PEM Akamigas. Berikut merupakan jadwal pekerjaan Proyek Kerja Wajin setiap minggu.

Tabel 1. Jadwal dan Uraian kegiatan PKW

Minggu	Tanggal sd Tanggal	Kegiatan	Luaran
I	26 Maret sd 4 April 2024	Pembahasan judul dan merumuskan timeline rencana kerja dari proyek kerja wajib	Jadwal kegiatan, tugas dan tanggung jawab, PIC kegiatan.
II	5 April sd 12 April 2024	Pengambilan data dan studi literatur jurnal atau buku terkait	Kerja sama tim, berfikir kritis dan tanggung jawab
III	22 April sd 29 April	Konsultasi progress bersama dosen pembimbing	Skill berkomunikasi, kolaborasi dan pemecahan masalah
IV	30 April sd 7 Mei 2024	Penyusunan BAB 1	Laporan PKW
V	8 Mei sd 15 Mei 2024	Penyusunan BAB II	Laporan PKW
VI	16 Mei sd 22 Mei 2024	Analisa menggunakan <i>Software ANSYS</i>	<i>Design Wear ring</i>
VII	27 Mei sd 30 Mei 2024	Final penyusunan laporan PKW dan design poster PKW	Laporan PKW

Adapun Rangkaian langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan penelitian ini disusun dalam sebuah metodologi penelitian untuk membuat penelitian lebih terstruktur dan sistematis. Metodologi penelitian ini akan diuraikan sebagai berikut:

- a. Mulai: Berinteraksi dan berdiskusi dengan dosen pembimbing untuk menetapkan tema dan judul yang akan digunakan dalam penyusunan proyek kerja wajib.
- b. Studi Literatur: Pengkajian literatur dijalankan sebagai fondasi penelitian dengan meninjau sejumlah referensi seperti buku panduan dan jurnal. Studi literatur membantu penulis dalam menganalisis kerusakan dengan memeriksa analisis kegagalan yang telah dilakukan sebelumnya oleh peneliti lain.
- c. Identifikasi Masalah: Pada tahap awal dilakukan identifikasi awal berupa permasalahan yang terdapat di bagian mekanik yaitu bentuk pembebanan dan deformasi dari *wear ring*. Pengamatan dilakukan pada *wear ring* pompa sentrifugal ETA- N 100X80 - 200 yang sudah dilepas. Tahap ini mempelajari secara detail fungsi dan sistematika kerja pompa serta pegamatan visual dari kerusakan pompa yang ada.
- d. Pengambilan Data: Pengambilan data yang dikumpulkan berupa desain, spesifikasi dan material pompa sentrifugal ETA-N 100X80 – 200.

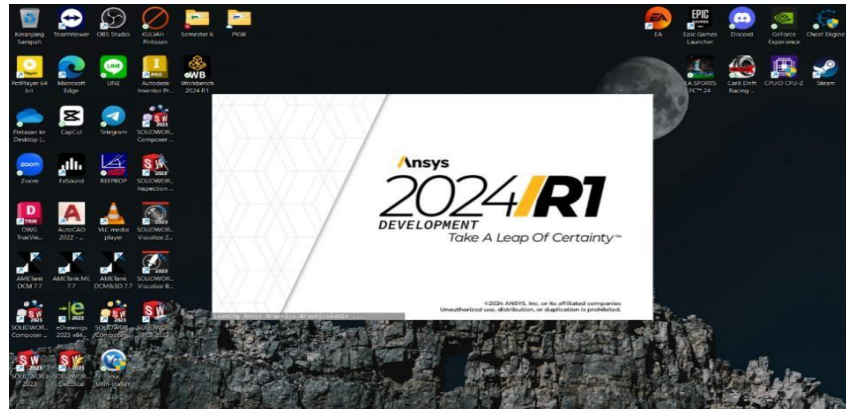
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Simulasi dan Langkah-langkah Menggunakan ANSYS

Berdasarkan data yang di peroleh Tabel 1 Parameter Pengujian merupakan parameter yang digunakan untuk simulasi *stress analysis fatigue design*.

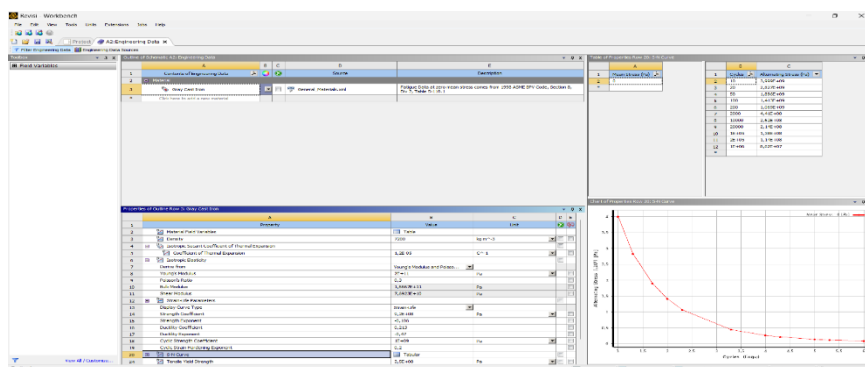
Tabel 2. Parameter Pengujian
Parameter Pengujian

<i>Material</i>	<i>Grey Cast</i> <i>Iron</i>
<i>Force</i>	-49,94 N
<i>Moment</i>	209.000 N.mm
<i>Thermal Condition</i>	40°C
<i>Rpm</i>	2900



Gambar 1. Membuka Software ANSYS

Gambar 1 menunjukkan tampilan awal Ketika memulai menggunakan *software* ANSYS.



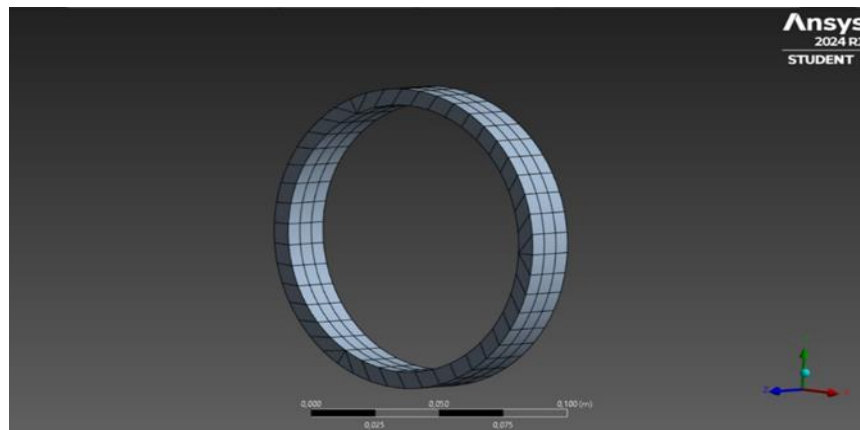
Gambar 2. Material & S-N Curve

Gambar 2 menunjukkan program pemilihan dari material yang akan digunakan untuk simulasi dan menampilkan hasil tabel S-N Curve.



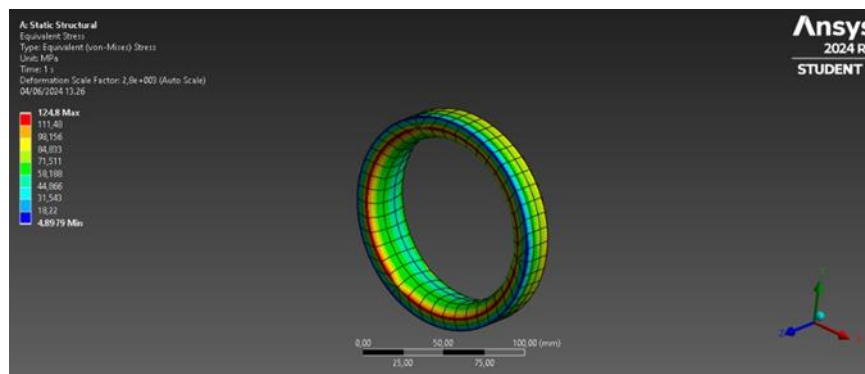
Gambar 3. Hasil Penggambaran Model Pada ANSYS Discovery

Gambar 3 menunjukkan hasil dari penggambaran model 3D pada ANSYS Discovery yang merupakan bentuk dari wear ring yang akan disimulasikan.



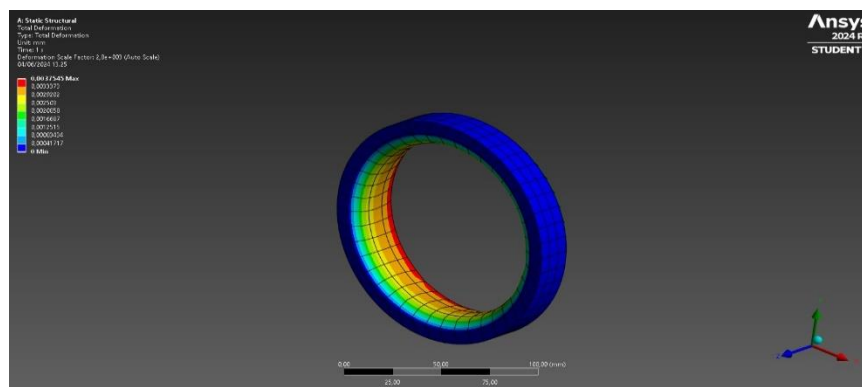
Gambar 4. Hasil setelah Mesh (Membagi Domain Menjadi Beberapa Cell)

Gambar 4 menunjukkan hasil *mesh model* 3D dari *wear ring* setelah permodelan 3D di. *mesh model* adalah representasi dari objek tiga dimensi (3D) yang menggunakan mesh atau jaring untuk membentuk objek tersebut.



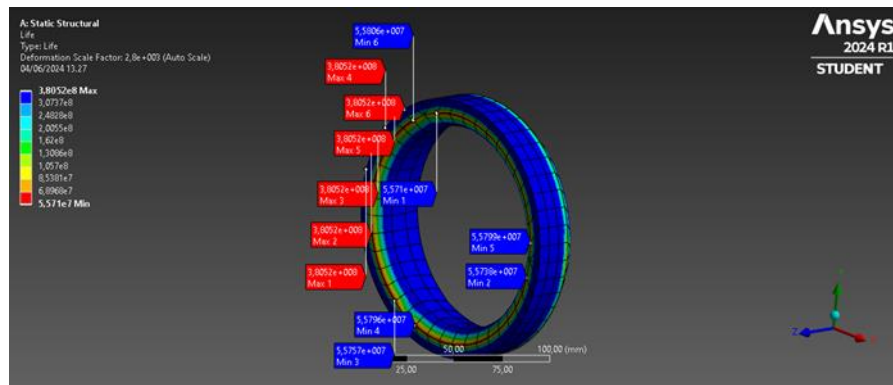
Gambar 5. Hasil Simulasi Equivalent Stress

Gambar 5 menunjukkan hasil simulasi *Equivalent Stress*, dengan 124,8 MPa nilai maksimal dan 4,897 MPa nilai minimal untuk nilai simulasi *Equivalent Stress Wear Ring*.



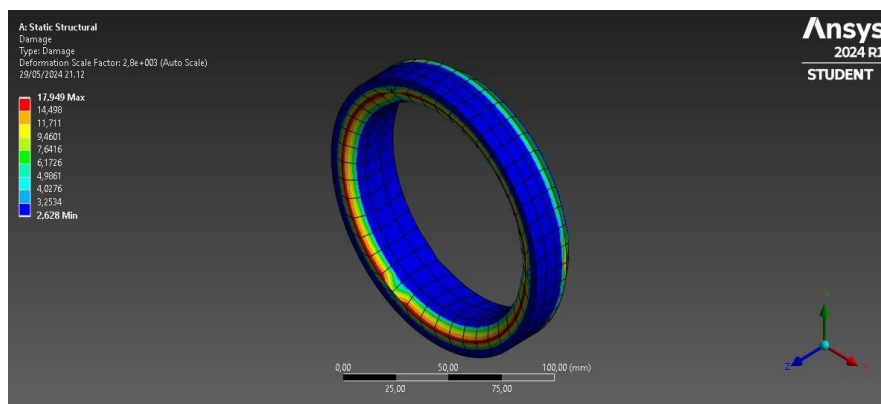
Gambar 6. Hasil Simulasi Total Deformation

Gambar 6 menunjukkan total deformasi dari hasil simulasi *wear ring*, dengan menunjukkan nilai deformasi maksimal 0,0037545 mm dan nilai minimal adalah 0 mm.



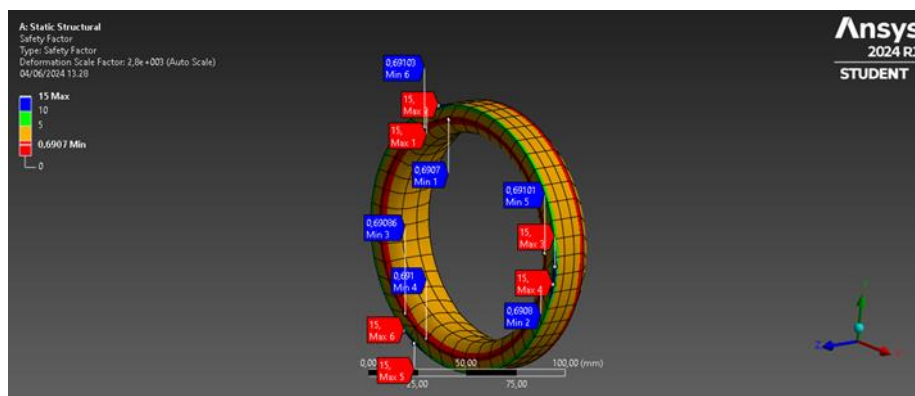
Gambar 7. Fatigue (Life)

Gambar 7 menunjukkan hasil simulasi kelelahan (*fatigue*) pada *wear ring*. Dengan menunjukkan nilai kelelahan (*fatigue*) maksimal $3,8052 \times 10^8$ dan nilai minimal $5,571 \times 10^7$.



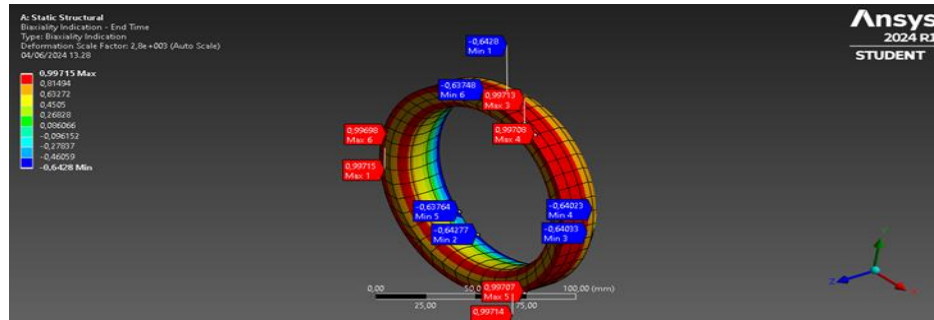
Gambar 8. Fatigue (Damage)

Gambar 8 merupakan gambar simulasi menggunakan *software ansys* yang menunjukkan kelelahan (*fatigue*) akibat kerusakan (*damage*) yang di akibatkan oleh faktor eksternal dengan nilai maksimal 17,949 mm dan minimal 2,628 mm.



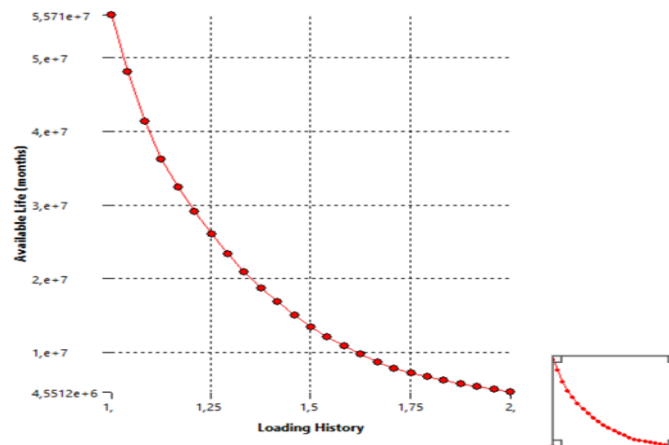
Gambar 9. Fatigue (Safety Factor)

Gambar 9 adalah gambar simulasi menggunakan *software ansys* yang menunjukkan angka safety factor dengan nilai maksimal 15 dan nilai minimal 0,69072.



Gambar 10. Fatigue (Biaxiality Indication)

Gambar 10 adalah gambar yang menunjukkan indikasi elastisitas (*biaxiality indication*) menggunakan *software* Ansys dengan nilai maksimal 0,99715 mm dan nilai minimal – 0,64277 mm.



Gambar 11 Diagram Available Life (Cycle)

Gambar 11 adalah gambar yang menunjukkan diagram *available life* dan *load* pembebanan pada *wear ring*.

Analisa Simulasi *Software* ANSYS

Wear Ring Tolerance

Tabel 2 menunjukkan hasil penjumlahan dan pengurangan dari *wear ring clearance* dan *wear ring tolerance*.

Tabel 3. *Wear Ring Tolerance*

<i>Wear Ring Clearance</i>	<i>Wear Ring Tolerance</i>	<i>Wear Ring Clearance Toleration (Wear Clearance + Tolerance)</i>
0,38 mm	0,05 mm	0,43 (Max)
		0,33 (Min)

Wear Ring Wear (ANSYS)

Tabel 3 merupakan hasil pengurangan dari *wear ring clearance* dengan deformasi *wear ring casing*.

Tabel 4. Wear Ring Wear

Hasil Simulasi Menggunakan Software ANSYS

Deformasi Wear Ring Casing	Tabel Wear Ring Clearance (5 inch)	Wear Ring Wear $\Delta\phi$ Wear Ring = Wear Ring Clearance – Wear Ring Analysis
0 mm (Minimum)	0,38 mm	0,38 mm
0,0012115 mm (Avarage)	0,38 mm	0,378885 mm
0,0037545 mm (Maximum)	0,38 mm	0,3762455 mm

Wear Ring Tolerance Vs Wear Ring Wear

Tabel 4 merupakan tabel keterangan bahwa *wear ring* masi didalam batas aman.

Tabel 5. Wear Ring Tolerance Vs Wear Ring Wear

Wear Ring Tolerance	Wear Ring Wear	Keterangan
0,38 mm $\pm$ 0,05 mm	(0,38 mm – Deformasi)	$Wear\ Ring\ Wear < Wear\ Ring\ Tolerance$ (Max), $Wear\ Ring\ Wear > Wear\ Ring$ Tolerance (Min)
	0,378885 mm (Avarage)	Memenuhi
0,43 (Max) 0,33 (Min)	0,3762455 mm (Maximum)	Memenuhi

Wear Ring Life Time

Tabel 5 merupakan perbandingan batas lamanya pemakaian wear ring dengan pembebanan yang diberikan.

Tabel 6. *Wear Ring Life Time*

<i>Life Time</i>	
<i>Avaiable 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

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan diperoleh bahwa Hasil simulasi menggunakan *software ANSYS 2024*, didapatkan deformasi *wear ring wear* sebesar 0,378885 mm (*average*) dan 0,3762455 mm (*maximum*) dengan *wear ring clearence* 0,38 mm. Hasil perbandingan *wear ring wear* kurang dari *maximum wear ring tolerance*, dan *wear ring wear* lebih dari *minimum wear ring tolerance*, maka hasil yang didapatkan masih memenuhi standar toleransi. Hasil simulasi *wear ring* yang diberikan pembebanan 2x dari beban awal, terdapat pengurangan *life* (umur) sebesar 5,013 *month* (masih memenuhi).

DAFTAR REFERENSI

- ASM Handbook Committee, ASM Handbook, vol. 1. Materials Park, OH: ASM International, 2002.
- Dewi, Nina. 2019. Pengaruh Kemudahan, Keamanan Dan Pengalaman Pembelian Terhadap Keputusan Pembelian secara *Online* menggunakan Aplikasi Shopee (Studi Kasus Mahasiswa Fakultas Ekonomi Universitas Maarif Hasyim Latif Sidoarjo). Jurnal Ilmu Ekonomi Manajemen dan Akuntansi. Vol.8, No.(1), 25-32.
- E. Pujiyulianto, A. Muhyi, F. Paundra, F. Perdana, H. Yudistira, and M. Syaukani, "Failure Analysis of a Wear Ring Impeller," Engineering Failure Analysis, vol. 138, p. 106415, 2022, doi: 10.1016/j.engfailanal.2022.106415. Ariyanto, Aris, A. Nuryani dan D. Sunarsi. 2020. "Pengaruh Store Atmosphere dan Promosi Terhadap Keputusan Pembelian Pada Alfamart BSD Tangerang Selatan". Jurnal Ekonomi Efektif . Vol. 3, No. 1.

- Fahmi, Alfino Rifqi. (2016). Analisis Fatigue Life Sambungan Kritis Pada Platform Attaka B Dengan Retak Semielliptical Menggunakan Linear Elastic Fracture Mechanics (LEFM). Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- I. J. Karassik, Pump Handbook, 4rd Edition. New York: McGraw-Hill, 2008.
- S. Supari, Perawatan Mekanik. Jakarta: Gramedia, 2012.
- T. Ambler and Barry N. Taylor, NST Special publication 881: 2008 Edition