

Analisa Kekasaran Bearing 22224 dan 29420 Mesin Screw Press di PTPN XYZ

Mahyunis^{1*}, Zulham Effendi^{2**} & M. Aziz Renaldy³

(1). ProdiTeknologi Pengolahan Hasil Perkebunan, Medan Estate/Institut Teknologi Sawit Indonesia

*Email : mahyunis@itsi.ac.id ** zulham97@gmail.com

ABSTRACT

Palm Oil Mill (POM) is a plantation company that specializes in palm oil commodities with outputs in the form of CPO (Crude Palm Oil) and PK (Palm Kernel). At PTPN I xyz there is a machine for extracting palm oil, namely a screw press, in the screw press there are bearing that supports the performance of the machine. This research aims to determine the surface roughness of the bearing, a comparison of the roughness value with the ISO (International Standard Organization) as well as the life time data of the bearing material which is adjusted to its specification. The research method used in this study is a qualitative descriptive method using primary and secondary data. From the results of this research, the research of the analysis of the surface roughness values of bearing 22224 and 29420 were obtained, namely that the bearing experienced a decrease in roughness values from international standard organization standard using roughness tester, suffcorder SE300, Model AS-300, standard tool JIS2001R, series number MEX08756-36, Cut off 2,5mm, speed 0,2mm in μm (Micronmeter).

Keywords: Bearing, Screw Press, Roughness Values

PENDAHULUAN

Pabrik kelapa sawit mengolah tandan buah segar (TBS) kelapa sawit untuk menghasilkan Crude Palm Oil (CPO), mesin yang digunakan untuk menghasilkan atau mengekstraksi minyak kelapa sawit adalah screw press dengan cara melakukan pengepresan pada daging buah yang dibantu hidrolik press untuk mengeluarkan minyak [1]. Screw press adalah mesin yang terdapat pada stasiun pengempaan yang digunakan untuk memeras minyak dari berondolan dengan cara dipress secara terus menerus menggunakan hidrolik press dan menghasilkan output yang berupa minyak dan kotoran yang kemudian masuk ke stasiun klarifikasi [2].

Pada screw press terdapat komponen mesin seperti bearing atau bantalan yang berfungsi menumpu poros atau beban yang dapat berupa beban aksial dan radial dan dapat mengurangi adanya gesekan yang berlebihan pada saat poros berputar [3]. Bearing merupakan bagian yang digunakan untuk memungkinkan gerakan yang relatif antara dua buah mesin agar stabil [4]. Menurut [5] fungsi bantalan atau bearing untuk mengurangi tingkat keausan pada mesin. tingkat keausan dipengaruhi oleh adanya dua buah logam yang saling bersinggungan yang menyebabkan gesekan yang menimbulkan panas sehingga diberi pelumasan untuk mengurangi tingkat keausan serta beban radial yang berlebih karena mendapatkan beban yang berlebihan yang dapat mengakibatkan deformasi [6]. Getaran yang dihasilkan dihasilkan dari mesin yaitu beban siklik atau beban yang terjadi secara berulang yang menyebabkan adanya fatigue (kelelahan) pada mesin berputar, kesalahan operasional, perawatan juga dapat menghasilkan kontruksi mesin yang tidak ideal, kerusakan yang terjadi pada bearing adalah karena kesalahan perawatan, kesalahan dalam pengoperasian dan kesalahan dalam melakukan pemasangan yang dapat menyebabkan keausan pada bearing [7], kesalahan pada pemasangan bearing yang tidak tepat adalah menggunakan palu dikarenakan bearing tidak terpasang dengan sempurna [8]. Jika mesin screw press mengalami gangguan maka proses pengolahan akan terganggu dikarenakan Screw press merupakan alat yang sangat penting pada proses pengolahan untuk menghasilkan minyak yang ditekan menggunakan hidrolik pump [9]

Kekasaran permukaan adalah ketidakraturan struktural yang menyebabkan penyimpangan karakteristik pada permukaan. Kekasaran pada permukaan material tergantung pada penggunaan dan pengoperasian nya, kekasaran permukaan berhubungan dengan adanya gesekan terhadap

komponen lainnya sehingga menimbulkan adanya suara pada bagian mesin yang dapat menyebabkan adanya kekasaran pada permukaan tersebut, kekasaran permukaan yang tinggi dapat menyebabkan adanya keausan karena memiliki pengaruh pada rangkaian mesin [10].

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif yang dilaksanakan pada bulan X-bulan X tahun 2023 dengan melakukan pengambilan sampel bearing di Pabrik Kelapa Sawit (PKS) yang berada di Kecamatan sawit seberang, kabupaten Langkat, Provinsi Sumatera Utara 20773.

Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini digunakan peralatan dan bahan sebagai sarana untuk melakukan pengumpulan data, peralatan dan bahan yang digunakan sebagai berikut

1. Surface Roughness Tester Suffcorder SE300, Model AS-300, Seri No MEX08756-36 dengan Cut off 2,5 mm



Gambar 1. Surface Roughness Tester

2. Bearing Screw Press 22224[11]



Gambar 2. Bearing No 22224

3. Bearing Screw Press 29420[12]



Gambar 3. Bearing 29420

Pengumpulan Data

a. Data Primer

Data Primer adalah data yang diperoleh dari hasil analisa kekasaran bearing screw press PKS XYZ menggunakan surface roughness tester SE300 untuk mengidentifikasi nilai kekasaran bearing dengan 1 sampel terdapat 4 titik atau garis pengujian kekasaran dengan Cutt off 2,5 mm.

b. Data Sekunder

Data Sekunder diperoleh dari perusahaan mengenai data pemasangan bearing serta data kerusakan bearing untuk menjadi data pendukung perbandingan antara Actual dan Teoritis nya dilapangan.

Tahapan Analisa Nilai Kekasaran Bearing

1. Pengujian Nilai Kekasaran Bearing

Pengujian kekasaran bearing dilakukan di laboratorium teknik Unimed/Workshop Unimed yaitu bearing terbagi atas diagonal atas, bawah, kiri, kanan untuk dilakukan pengujian menggunakan alat surface roughness tester yang menggunakan Stylus profilometer yang berfungsi menganalisis topografi permukaan menggunakan probe yang bergerak dengan cut off 2,5 mm permukaan yang bergerak diatas permukaan sampel bearing untuk memperoleh karakteristik permukaan untuk mengetahui nilai kekasaran nya.

2. Proses Perbandingan Nilai kekasaran dengan Standart ISO (International Standard Organization)

Standart kekasaran ISO (International Standard Organization) adalah 12.5 µm (Mikronmeter) dengan cut off 2.5 mm yang telah dibandingkan dengan hasil analisa kekasaran bearing yang memiliki 4 titik pengujian dalam satu bearing yaitu diagonal kiri, kanan, atas, dan bawah dan dianalisa menggunakan surface roughness tester Suffcorder SE300. Perbandingan standart ISO (International Standard Organization) dengan hasil analisa nilai kekasaran menggunakan alat yaitu standart ISO dengan hasil analisa nilai kekasaran dilakukan pengurangan untuk diketahui penurunan nilai kekasaran pada bearing.

Tabel 1. Standart ISO atau DIN 4763 : 1981

Kekasaran Ra	Kelas kekasaran	Panjang sampel
50	N12	8
25	N11	
12,5	N10	2,5
6,3	N9	
3,2	N8	0,8
1,6	N7	
0,8	N6	
0,4	N5	
0,2	N4	0,25
0,1	N3	
0,05	N2	
0,025	N1	0,08

3. Proses Perhitungan Life Time Bearing

Perhitungan Life time pada bearing menggunakan data spesifikasi bearing (Teoritis) dan dibandingkan dengan data Actual bearing yang didapatkan dari wawancara dengan bagian maintenance perusahaan.

Rumus perhitungan Life time bearing

$$\begin{aligned}
 Fr &= 0,02 \cdot C \\
 &= 0,02 \cdot \dots \text{kN} \\
 \frac{Fa}{Fr} &= \frac{\dots \text{kN}}{\dots \text{kN}}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Beban Equivalent

$$P = 0.67 (Fr) + Y1. (Fa) \quad (2)$$

$$P = 0.67 (\dots kN) + \dots x (\dots kN) \\ = \dots kN$$

Basic Rating Life

$$L10 = (C/P)^P \quad (3)$$

$$L10H = \frac{10^6}{60.N}$$

Keterangan:

L10 = Basic Rating Life (at 90% rating life), Millions of revolution

L10h = Basic Rating Life (at 90% rating life), Operating hours

C = Basic Dynamic Load Rating

P = Equivalent Dynamic Bearing Load kN

n = Rotational Speed r/min

P = Exponent Of The Life Equation

Y1 = Konstanta

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kerusakan pada bearing yang mempengaruhi nilai kekasaran nya di pengaruhi oleh beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya perubahan struktural material bearing Faktor-faktor kerusakan pada bearing pada umumnya adalah sebagai berikut:

- Sistem pelumasan pada bearing
- Fatigue atau kelelahan pada bearing
- Overload atau beban berlebihan
- Pemasangan bearing

Analisa Nilai Kekasaran Bearing dengan Surface Roughness Tester Suffcorder SE300

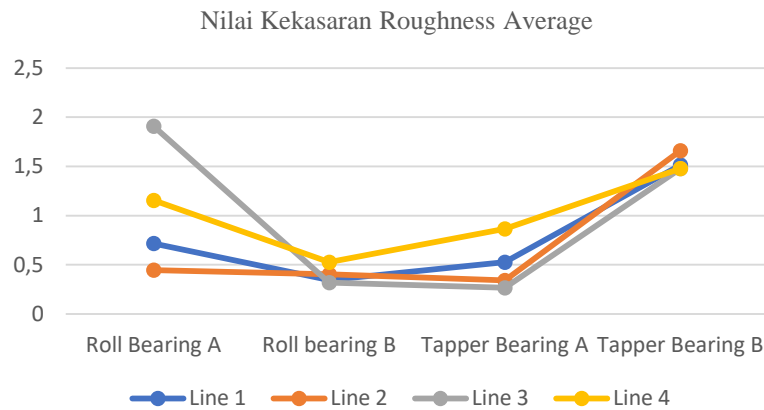
a. Analisa Nilai kekasaran menggunakan Suffcorder SE300

Analisa nilai kekasaran dilakukan untuk mengetahui nilai kekasaran pada permukaan bearing yang telah mengalami kerusakan, nilai kekasaran dinyatakan dalam roughness average atau Ra yang bisa diartikan sebagai nilai kekasaran rata-rata aritmatika serta adanya penyimpangan terhadap profil kekasaran menggunakan alat surface roughness tester [13]. analisa ini juga dilakukan untuk mengetahui penurunan nilai kekasaran dari standart *ISO*. Penelitian atau analisa dilakukan pada Laboratorium Teknik Unimed/Workshop Teknik Unimed dan didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Uji Nilai Kekasaran Suffcorder SE300

Harga Kekasaran (μm)		Line 1	Line 2	Line 3	Line 4
Sumbu poros	Roll Bearing A	0.717	0.446	1.908	1.154
I	Tapper Bearing A	0.526	0.341	0.266	0.865
Sumbu poros	Roll Bearing B	0.345	0.403	0.319	0.526
II	Tapper Bearing B	1.514	1.659	1.478	1.483

Berdasarkan tabel diatas ditampilkan hasil dari pengujian kekasaran yang dilakukan menggunakan mesin Roughness Tester Suffcorder SE300, Model AS-300, Seri No MEX08756-36 dengan pengujian menggunakan stylus pada 4 titik per satu sampel bearing dengan Cutoff 2,5 mm atau sama dengan 0,25 cm dan speed 0,2 mm/second.



Gambar 4. Grafik Nilai Kekasaran Rata-Rata/Roughness Average

Perbandingan Hasil Analisa Nilai Kekasaran Bearing dengan Standart ISO

Nilai kekasaran permukaan telah diklasifikasikan oleh ISO yang dinyatakan dalam bentuk *Roughness Average* (Ra) yang paling banyak digunakan secara internasional [14]. Standart ISO kekasaran adalah 12.5 mikrometer dengan cut off 2.5 mikrometer, angka kekasaran standart ISO adalah untuk menghindari adanya kesalahan pada harga kekasaran atau nilai kekasaran [13]. hasil dari analisa menggunakan surface roughness tester suffcorder SE300 dibandingkan dengan standart ISO yang mengalami penurunan nilai kekasaran dari standart ISO (International Standard Organization) yang berarti mengalami keausan pada permukaan bearing.

Tabel 3. Nilai Kekasaran Line Menurun dari Standart ISO

		Harga Kekasaran (μm)				
Standart ISO	Sampel	Line 1	Line 2	Line 3	Line 4	
12.5	Sumbu Poros	Roll Bearing A	12.5-0.717	12.5-0.446	12.5-1.908	12.5-1.154
			Penurunan	Penurunan	Penurunan	Penurunan
	I	Tapper Bearing A	11.783	12.054	10.592	11.346
			12.5-0.526	12.5-0.341	12.5-0.266	12.5-0.865
12.5	Sumbu Poros	Roll Bearing B	11.974	12.159	12.234	11.635
			12.5-0.345	12.5-0.403	12.5-0.319	12.5-0.526
	II	Tapper Bearing B	12.155	12.097	12.181	11.974
			12.5-1.514	12.5-1.659	12.5-1.478	12.5-1.483
		10.986	10.841	11.022	11.017	

Perhitungan Life Time Bearing/Usia Pakai Bearing

a. Analisa Life Time Bearing

Pada pabrik kelapa sawit terutama pada mesin screw press yang digunakan sebagai mesin ekstraksi minyak yaitu dengan melakukan pengepresan pada fiber untuk menghasilkan minyak, mesin harus berada pada kondisi yang baik untuk mencapai hasil produksi yang bagus, pada screw press dilengkapi bearing sebagai alat yang membantu mengurangi gesekan pada saat screw berputar, untuk mengurangi gesekan harus dilakukan pengecekan secara berkala agar proses pengolahan tetap optimal. Analisa life time pada bearing dilakukan untuk menghindari kerugian atau cost diakibatkan karena berhenti beroperasi, biaya perbaikan serta perawatan [15]. Life time

pada bearing dipengaruhi oleh nilai kekasaran, jika nilai kekasaran nya sesuai standart maka life time pada bearing akan sesuai pada teoritisnya, jika nilai kekasaran nya mengalami penurunan maka permukaan mengalami keausan

1. Analisis Bearing SKF No. 22224

a. Analisa Life Time Bearing No. 22224 Keseluruhan

1. Umur Bearing dalam putaran (Teoritis)

$$F_r = 0,02 \cdot C$$

$$= 0,02 \cdot 652 \text{ kN}$$

$$= 13,04 \text{ kN}$$

$$F_a/F_r = (13,04 \text{ kN})/(13,04 \text{ kN}) = 1$$

$$P = 0,67 (F_r) + Y1 \cdot (F_a)$$

$$P = 0,67 (13,04) + 2,6 \cdot (13,04)$$

$$= 42,6408 \text{ kN}$$

$$L_{10h} = (C/P)^P$$

$$= (652 \text{ kN} / 42,6408)^3 \text{ kN}$$

$$= 3,583 \text{ Juta Putaran}$$

2. Umur Bearing dalam Satuan waktu (Teoritis)

$$L_{10h} = (1000.000) / 60 \times \text{rpm} (C/P)^P$$

$$= (1000.000) / 60 \times \text{rpm} (L_{10h})$$

$$= (1000.000) / 60 \times 12 \text{ rpm} \times 3,583 \text{ juta putaran}$$

$$= 4,976,38 \text{ jam}$$

$$L_{10h} = 4,976,38 / 24 = 217,997 \text{ di genapkan } 207 \text{ hari}$$

$$L_{10h} = 207 / 30 = 6,9 \text{ bulan}$$

Umur bearing SKF Actual / Teoritis

$$\text{Umur bearing SKF } 129 \text{ hari} / 207 \text{ hari} = 0,62 = 62 \%$$

b. Analisa Life Time putaran Bearing No. 22224 yang dipakai 129 hari (Actual)

1. Umur life time putaran bearing yang dipakai

$$= 1 \text{ hari dalam menit} \times 129 \text{ hari}$$

$$= 1,440 \text{ menit} \times 129 \text{ hari} = 185,760 \text{ menit}$$

$$= 185,760 \text{ menit} \times \text{rpm dalam } 1 \text{ menit}$$

$$= 185,760 \text{ menit} \times 12 \text{ rpm}$$

$$= 2,229 \text{ juta putaran}$$

Efisiensi Bearing dapat dilihat dari data aktual dan data teoritis

Data umur aktual

1. Umur bearing SKF No. 22224 menurut putaran keseluruhan adalah 2,229 juta putaran

2. Umur bearing SKF No. 22224 dalam satuan waktu adalah 129 hari (13 September 2022 s.d 20 Januari 2023)

Data umur teoritis

1. Umur bearing SKF No. 22224 menurut putaran perhitungan teoritis adalah 3,583 juta putaran

2. Umur bearing SKF No. 22224 dalam satuan waktu adalah 207 hari. Dari analisis pengolahan data diatas yang didapat dari hasil perbandingan umur aktual bearing dengan umur teoritis bearing didapatkan angka 0,62 % yang berarti efisiensi bearing terpakai dilapangan hanya 62 %

Putaran bearing SKF Actual / Teoritis

$$\text{Putaran bearing SKF } 2,229 / 3,583 = 0,62 \% = 62 \%$$

c. Sisa Umur Bearing No. 22224 yang Tidak Terpakai

1. Sisa Umur Bearing dalam Rpm

Life Time putaran keseluruhan – Life Time putaran bearing dipakai
 = 3.583 juta putaran – 2.229 juta putaran
 = 1.354 juta putaran

2. Sisa Umur Bearing dalam Satuan Waktu

Life Time sisa putaran bearing / Putaran bearing dalam 1 hari
 = 1.354 juta putaran / 17.280 Rpm
 = 0,078
 = 78 hari

2. Analisa Bearing SKF No. 29420

a. Analisa Life Time Bearing No. 29420 Keseluruhan

1. Umur Bearing dalam putaran

$$\begin{aligned} Fr &= 0,02 C \\ &= 0,02 \cdot 980 \text{ kN} \\ &= 19.6 \text{ kN} \\ Fa/Fr &= (19.6 \text{ kN}) / (19.6 \text{ kN}) = 1 \\ P &= 0.67 (Fr) + Y1. (Fa) \\ P &= 0.67 (19.6) + 0.59 \cdot (19.6) \\ &= 24.696 \text{ kN} \\ L_{10h} &= (C/P)^P \\ &= (980 \text{ kN} / 24.696)^3 \text{ kN} \\ &= 62.488 \text{ Juta Putaran} \end{aligned}$$

2. Umur Bearing dalam Satuan waktu

$$\begin{aligned} L_{10h} &= (1000.000) / 60 \times \text{rpm} (C/P)^P \\ &= (1000.000) / 60 \times \text{rpm} (L_{10h}) \\ &= (1000.000) / 60 \times 12 \text{ rpm} \times 62.488 \text{ juta putaran} \\ &= 86.788,88 \text{ jam} \\ L_{10h} &= 86.788,88 / 24 = 3.616.20 \text{ hari} \\ L_{10h} &= 3.616.20 / 30 = 120 \text{ bulan} \end{aligned}$$

Umur bearing SKF Actual / Teoritis

Umur bearing SKF 324 hari / 3.616.20 hari = 0.08 % = 8 %

b. Analisa Life Time putaran Bearing No. 29420 yang dipakai 324 hari (Actual)

1. Umur life time putaran bearing yang dipakai

$$\begin{aligned} &= 1 \text{ hari dalam menit} \times \text{hari} \\ &= 1.440 \text{ menit} \times 324 \text{ hari} = 466.560 \text{ menit} \\ &= 466.560 \text{ menit} \times \text{rpm dalam 1 menit} \\ &= 466.560 \text{ menit} \times 12 \text{ rpm} \\ &= 5.598.720 \text{ juta putaran} \end{aligned}$$

Efisiensi Bearing dapat dilihat dari data aktual dan data teoritis

Data umur aktual

1. Umur bearing SKF No. 29420 menurut putaran keseluruhan adalah 5.598 juta putaran
2. Umur bearing SKF No. 29420 dalam satuan waktu adalah 324 hari (10 September 2022 – 20 Juli 2023)

Data umur teoritis

1. Umur bearing SKF No. 29420 menurut putaran perhitungan teoritis adalah 62.488 juta putaran
2. Umur bearing SKF No. 29420 dalam satuan waktu adalah 3.616.20 hari. Dari analisis pengolahan data diatas yang didapat dari hasil perbandingan umur aktual bearing dengan umur teoritis bearing didapatkan angka 0.08 % yang berarti efisiensi bearing terpakai dilapangan hanya 8 %

Putaran bearing SKF Actual / Teoritis

Putaran bearing SKF 5.598 / 62.488 = 0.08 % = 8 %

c. Sisa Umur Bearing No. 29420 yang Tidak Terpakai

1. Sisa Umur Bearing dalam Rpm

Life Time putaran keseluruhan – Life Time putaran bearing dipakai
= 62.488 juta putaran – 5.598 juta putaran
= 56.890 juta putaran

2. Sisa Umur Bearing dalam Satuan Waktu

Life Time sisa putaran bearing / Putaran bearing dalam 1 hari
= 56.890 juta putaran / 17.280 Rpm
= 3.292 hari

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah:

Pengujian roughness pada bearing no 22224 dan 29420 untuk mengetahui nilai kekasaran yang mengalami penurunan nilai kekasaran dari standart *International Standard Organization* pada 4 titik pengujian yaitu diagonal atas, bawah, kiri dan kanan menggunakan Suffcorder SE300 dengan stylus yang bergerak di atas permukaan benda. Kemudian Didapatkan data teoritis hasil dari life time bearing yang disesuaikan dengan spesifikasi bearing no 22224 dan 29420 dan dibandingkan dengan data actual yang didapatkan dari wawancara pada bagian maintenance. Hasil analisa nilai kekasaran pada bearing yang dilakukan di laboratorium teknik unimed/workshop teknik unimed menggunakan surface roughness tester yang mengalami penurunan nilai kekasaran dari standart *International Standart Organization* yang berarti terjadi keausan pada bearing.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT XYZ yang sudah memberikan tempat untuk melakukan pengambilan bahan penelitian serta penulis mengucapkan terima kasih kepada workshop teknik unimed yang memberikan tempat untuk melakukan pengujian kekasaran bearing.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] O. Hikmawan, M. Naufa, and E. A. Tarigan, “Pengaruh Tekanan Pada Stasiun Screw Press Pabrik Pengolahan Kelapa Sawit Terhadap Kehilangan Minyak Dalam Ampas Press,” *J. Tek. dan Teknol.*, vol. 15, no. 29, pp. 36–43, 2020.
- [2] D. Wardianto and Anrinal, “Analisis Kegagalan Mesin Screw Press Failure Analysis of the Screw Press Machine,” *J. Tek. Mesin Inst. Teknol. Padang*, vol. 12, no. 1, pp. 72–81, 2022, [Online]. Available: <https://jtm.itp.ac.id/index.php/jtm/index>
- [3] K. Y. Utomo, W. Setyadi, and P. Ananda, “Analisis Kerusakan Bearing 7210 Pada Torsion Shaft,” *J. Ilm. Giga*, vol. 22, no. 2, p. 75, 2019, doi: 10.47313/jig.v22i2.770.
- [4] S. Sumiyanto and A. Abdunnaser, “Pengaruh Proses Carbonitriding Terhadap Material Dasar Bearing Suj2,” *Bina Tek.*, vol. 13, no. 1, p. 29, 2017, doi: 10.54378/bt.v13i1.19.
- [5] R. Arman and Y. Mahyoedin, “Studi Prediksi Analitik Posisi Bantalan (Journal Bearing) Pada Turbin Gas,” *J. Kaji. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 1, pp. 52–59, 2021, doi: 10.52447/jktm.v6i1.4516.
- [6] B. Utomo, D. T. Industri, S. Vokasi, U. Diponegoro, K. U. Tembalang, and S. J. Tengah, “ANALISA TEGANGAN pada STERN TUBE AKIBAT BEBAN RADIAL pada POROS PROPELER KAPAL GENERAL CARGO 6200 DWT,” vol. 11, no. 2, pp. 114–119, 2021.
- [7] A. Subardi, “Analisa Perbandingan Jenisball Bearingterhadap Keausan Pada Dinding Diameter Luar Dan Dalam,” *J. Flywheel*, vol. 2, pp. 1–14, 2009.
- [8] N. Mustoffa, I. Rokhim, and ..., “Perancangan dan Pembuatan Sistem Pemanas Induksi untuk Bearing Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO,” *Politek. ...*, 2012, [Online]. Available: http://repository.polman-bandung.ac.id/file_publicasi/238734619_naufal_PERANCANGAN_DAN_PEMBUATAN

- SISTEM PEMANAS INDUKSI.pdf
- [9] T. Hasballah and E. W. B. Siahaan, “Pengaruh Tekanan Screw Press Pada Proses Pengepresan Daging Buah Menjadi Crude Palm Oil,” *J. Darma Agung*, vol. 27, no. 1, pp. 722–729, 2018.
- [10] A. S. Nurrohkayati, “Analisis parameter proses pembubutan terhadap kekasaran permukaan baja ST 37 menggunakan metode taguchi Analysis of turning process parameters of ST 37 steel surface roughness using the taguchi method,” vol. 4, no. April, pp. 40–47, 2023, doi: 10.37373/jttm.v4i1.376.
- [11] “22224 ek”.
- [12] “29420 E”.
- [13] K. Anas, B. Maryanti, and K. Arifin, “Analisis Perbandingan Laju Spindle Terhadap Kekasaran Permukaan AISI 4140 Menggunakan Face Mill Analysis Comparison Of Spindle Rate Surface Roughness AISI 4140 Using Face Mill,” vol. 500, pp. 202–204, 2022, [Online]. Available: <http://jurnal.ftm.uniba-bpn.ac.id/index.php/REMIT/article/view/45/29>
- [14] M. A. Fikri and T. Rahardjo, “Kekerasan Material Dan Keausan Material Besi Cor Fcd 25 Pada Mesin Bubut Cnc,” no. 3, pp. 1–13, 2022.
- [15] M. J. Agus, D. Rosa, and P. Cupu, “Analisis Kerusakan Spherical Bearing Pada Roller Grinding Atox Mill K1M01 Di Area Coal Mill Pt. Semen Baturaja I (Persero) Tbk Indonesia,” vol. 7, pp. 1–6, 2020.