

ANALISIS BEARING PADA OUTPUT SHAFT GEAR REDUCER PUMPING MENGGUNAKAN SIMULASI ANSYS

Bearing Analysis on Output Shaft Gear Reducer Pumping Unit Using ANSYS Simulation

Iksan Dwitama^{1*}, Hendri Hestiawan¹, Alben Sindhu Winata².

1)Program Studi Teknik Mesin Universitas Bengkulu, Jl. W.R. Supratman Kandang Limun, Bengkulu

2)PT. Bukaka Teknik Utama. Tbk, Cileungsi, Bogor, Jawa Barat.

*) Email : NINJAGOTOWN@gmail.com

Submitted: 06 Maret 2025

Revised: 15 April 2025

Accepted: 27 April 2025

ABSTRACT

Bearing is one of the main components in the gear reducer pumping unit that plays an important role in supporting the performance of the output shaft. In working conditions, this component receives high loads that can affect deformation, stress, and bearing life. This study was aimed of analyzing the total deformation, Von Mises stress, safety factor, and bearing life using ANSYS Workbench R1 2024 Student software simulation. The analysis was carried out by creating a bearing geometry design using SolidWorks 2024, determining AISI 52100 material, meshing, giving radial and axial loading, and static analysis simulation. Specific data, such as 32230 SKF bearing specifications and load values, were used to ensure the accuracy of the results. The results of the analysis showed a maximum deformation value of 0.173 mm, a maximum Von Mises stress of 76.579 MPa, a minimum safety factor of 5.876, and an average bearing life of 1.057×10^{12} hours. From the analysis that has been done, the results obtained are that the bearing life is too large due to the limited mesh size and the small loading given so that the results obtained are inaccurate. The results of the analysis indicate that the bearing is in a safe condition to support the given load. This study recommends improving the quality of meshing in the simulation to obtain more accurate results.

Keywords: Bearing analysis, Life factor, Von mises stress, Safety factor, ANSYS simulation

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah Negara berkembang dan kegiatan pembangunan ekonomi yang dilakukan bertujuan agar mengurangi permasalahan perekonomian yang ada. Pembangunan ekonomi akan terus berkembang apabila dilakukan sesuai dengan alur nya tepat agar sesuai tujuan dan sasarannya. Hal ini dilakukan melalui jalur industrialisasi. *Manufacturing* Industri hampir selalu mendapat prioritas utama dalam rencana pembangunan Negara yang berkembang[1]. Salah satu sektor industri yang sangat bergantung pada permesinan adalah industri minyak dan gas, yang menggunakan berbagai sistem permesinan canggih untuk mengekstraksi dan mengolah minyak bumi.

Oil Pumping Unit adalah salah satu metode *artificial lifting* yang digunakan untuk mengangkat minyak dari bawah ke atas permukaan[2]. Dalam pumping unit terdapat beberapa komponen utama yaitu *walking beam*, *horse head*, *samson post*, *crank*, *counter weight*, *pitman*, *equalizer*, *gear box*, motor listrik dan *v-belt*. *Gear box* adalah suatu komponen pumping unit yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga dari *electric motor* ke seluruh komponen pumping unit dengan menurunkan kecepatan putar dan menaikkan momen atau *torque* (torsi)[3].

Dalam *gear reducer*, terdapat berbagai komponen mekanis seperti poros (*shaft*), roda gigi, dan bantalan (*bearing*). Bearing merupakan salah satu komponen utama yang berfungsi sebagai penopang poros agar dapat berputar dengan lancar dan menahan beban dinamis serta statis yang terjadi selama operasi. Beban yang diterima bearing mencakup gaya aksial dan radial yang besar, sehingga berpotensi menyebabkan deformasi, tegangan berlebih, bahkan kegagalan komponen jika tidak dianalisis dan dirancang dengan tepat. Dalam kondisi kerja *Pumping Unit*, komponen tersebut menerima pembebanan yang besar. Sehingga sangat penting untuk mencari nilai tegangan *von mises*, deformasi dan *safety factor* yang terjadi pada poros dan *bearing* akibat pembebanan yang terjadi untuk menghindari terjadinya kegagalan atau kerusakan pada komponen *gear reducer*.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis performa *bearing* pada *output shaft gear reducer* melalui simulasi numerik guna mengetahui deformasi total, distribusi tegangan, serta perkiraan umur pakai bearing dalam berbagai kondisi operasional. Dengan memahami respons bearing terhadap beban yang diberikan, penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan mengenai analisa komponen *bearing* pada poros *gear reducer*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pumping unit (Sucker Rod Pump)

Sucker rod pump adalah metode pengangkatan buatan yang paling umum dan Sebagian besar diterapkan pada marginal lapangan minyak didarat, sistem pompa *sucker rod* terdiri dari unit peralatan dipermukaan yang akan menginduksi Gerakan alternative dari batang *sucker rod pump* yang dihubungkan dengan piston dibawah permukaan yang berada didasar sumur. Untuk sumur yang lebih tinggi dilengkapi dengan sebuah *sucker rod pump* menggunakan system automatic monitoring dan *control* dari sumur dan pompa. *Sucker rod pump* adalah sebuah pompa yang memiliki arah pemompaan naik dan turun menggunakan sebuah plunger yang mendesak cairan keluar dari sumur[4].

2.2 Gear Reducer

Gear reducer adalah suatu komponen pumping unit yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga dari electric motor ke seluruh komponen pumping unit dengan menurunkan kecepatan putar dan menaikkan momen atau torque (torsi). Gear reducer terdiri dari rangkaian roda gigi, poros dan *bearing*. Gear reducer dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Gear Reducer.

1. Poros

Poros adalah suatu bagian stasioner yang berputar, biasanya berpenampang bulat dimana terpasang elemen elemen seperti *bearing*, puli, roda gigi, roda gila, engkol, sprocket, dan elemen pemindah lainnya. Poros bisa menerima beban lentur, beban tekan, dan beban puntiran yang bekerja sendiri-sendiri atau berupa gabungan satu dengan lainnya[5].

2. Roda Gigi (Gear)

Roda gigi digunakan untuk mentransmisikan daya besar dan putaran yang tepat. Roda gigi memiliki gigi di sekelilingnya, sehingga penerusan daya dilakukan oleh gigi-gigi kedua roda yang saling berkait. Rodagigi sering digunakan karena dapat meneruskan putaran dan daya yang lebih bervariasi dan lebih kompak daripada menggunakan alat transmisi yang lainnya[6].

3. Bearing

Bearing adalah komponen mesin yang berfungsi sebagai tumpuan poros. Dalam menjalankan fungsinya *bearing* harus dapat menahan poros sehingga dapat berputar dengan halus dan tanpa gesekan berlebihan. *Bearing* menjaga poros agar dapat digunakan dengan waktu yang lama karena itu prestasi system secara keseluruhan sangat bergantung kepada fungsi *bearing*[7].

2.3 Finite Element Methode

Finite Element Methode (FEM) adalah sebuah teknik penyelesaian masalah secara numerik. Teknik ini bekerja dengan cara membagi objek yang ingin dianalisis menjadi bagianbagian kecil yang lebih sederhana (*element*). Masing-masing element kemudian dianalisis secara terpisah, dan hasil analisisnya digabungkan untuk mendapatkan solusi keseluruhan. Keuntungan utama FEM adalah kemampuannya untuk menangani bentuk dan kondisi batas yang kompleks dengan mudah. Hal ini karena kumpulan element yang dapat disusun sehingga dapat membentuk berbagai macam geometri untuk menyesuaikan bentuk objek yang akan diteliti[8].

3. METODOLOGI

3.1 Objek Analisis

1. *Output Shaft Gear Reducer*

Output shaft gear reducer adalah sebuah poros yang digunakan untuk meneruskan torsi yang dihasilkan oleh *gear reducer* menuju ke crank untuk menggerakkan *pumping unit*. *Output shaft gear reducer* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. *Output shaft gear reducer*.

2. *Bearing*

Bearing adalah komponen yang berfungsi untuk menjaga agar poros dapat berputar pada sumbunya. *Bearing* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. *Bearing*.

Spesifikasi dari bearing yang digunakan pada *gear reducer* tersebut dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1 Spesifikasi *Bearing*

Type Bearing	Tapered Roller Bearing
No. Bearing	32230 SKF
Basic Dynamic Load Rating	782 kN
Basic Static Load Rating	1140 kN

3.2 Kondisi Batas

Kondisi batas pada analisa yang dilakukan pada bearing adalah :

1. Geometri *Bearing*

Proses pembuatan geometri dilakukan dengan menentukan ukuran atau dimensi dari objek penelitian. Geometri dari *bearing* dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 4.

2. Material

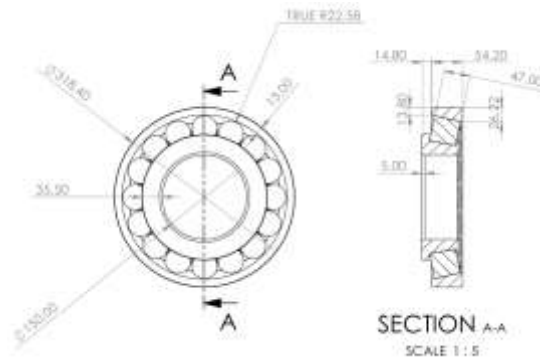
Material pada komponen *bearing* yang digunakan yaitu:

Cage Bearing : *Structural Steel*

Roller Bearing : *AISI 52100*

3. Peletakkan tumpuan

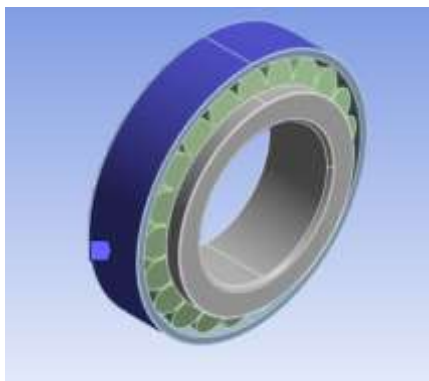
Peletakkan tumpuan pada bearing diberikan bagian luar *outter race bearing*. Tumpuan pada *bearing* dapat dilihat pada Gambar 5.



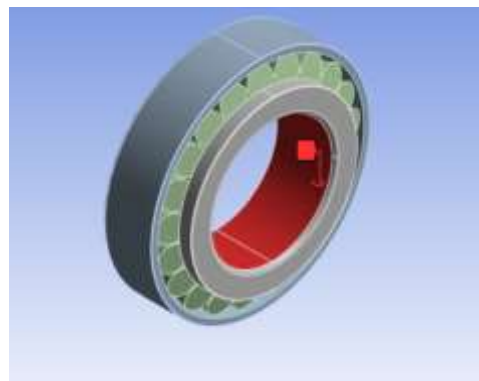
Gambar 4. Geometri *Bearing*.

Tabel 2. Spesifikasi Material *Roller Bearing*

Properti	Nilai	Satuan
Modulus of elasticity	205	GPa
Poissons Ratio	0,29	-
Mass Density	7850	kg/m ³
Shear Modulus	80	GPa
Tensile Strength, Yield	450	MPa
Tensile Strength, Ultimate	860	MPa



Gambar 5. Peletakkan Tumpuan



Gambar 6. Pembebanan *Bearing*

4. Pembebanan

Pembebanan bearing diberikan pada bagian dalam inner race bearing, pembebanan pada *bearing* diberikan sebesar 33631,89 N. Pembebanan pada bearing dapat dilihat pada Gambar 6.

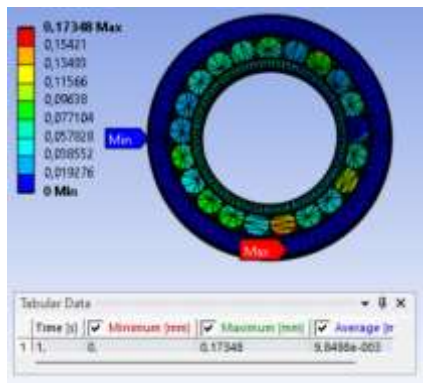
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Simulasi

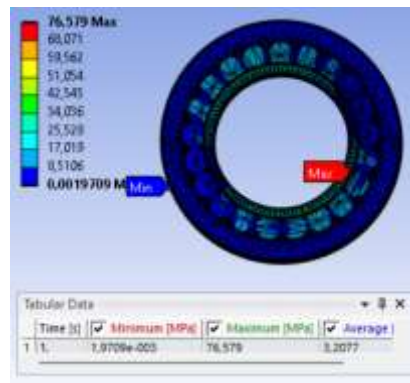
Dari simulasi yang telah dilakukan didapatkan hasil analisa pada *bearing* dengan kondisi pembebanan dan material yang telah dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut :

1. *Total deformation*. Dari hasil analisa yang telah dilakukan didapatkan nilai *total deformation* terbesar yaitu sebesar 0,173 mm pada bagian roller *bearing* dan nilai terkecil terdapat pada *outer bearing* sebesar 0 mm. *Total Deformation* dapat dilihat pada Gambar 7.
2. *Von mises stress*
Hasil analisa *von mises stress* pada *bearing* didapatkan nilai terbesar yaitu sebesar 76,579 MPa pada bagian *inner race bearing* dan nilai terkecil yaitu sebesar 0,00197 MPa terdapat pada *outer race bearing*. *Von mises stress* dapat dilihat pada Gambar 8.
3. *Life fFactor*. Hasil analisa *life factor* pada *bearing* didapatkan nilai rata-rata yaitu $1,057 \times 10^{12}$ hours dan nilai terkecil yaitu sebesar $2,778 \times 10^{11}$ hours pada *inner* dan *outer bearing*. *Von mises stress* dapat dilihat pada Gambar 9.
4. *Safety factor*. Hasil analisa nilai *safety factor* pada *bearing* didapatkan nilai *safety factor* terkecil yaitu sebesar 5,876 pada *inner race bearing* dan nilai rata- rata *safety factor* yaitu sebesar 14,869 sehingga

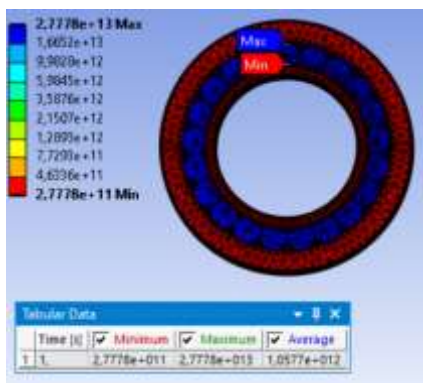
dapat dinyatakan bahwa *bearing* tersebut masih dinyatakan dalam keadaan mampu menahan beban yang diberikan. *Safety factor* dapat dilihat pada Gambar 10.



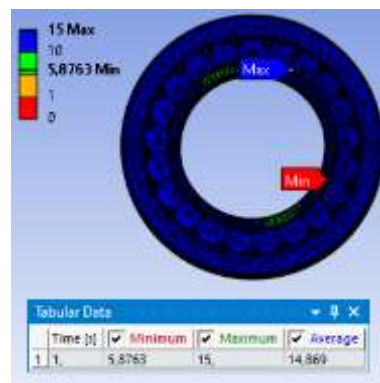
Gambar 7. Total Deformation



Gambar 8. Von Mises Stress



Gambar 9. Life Factor



Gambar 10. Safety Factor.

4.2 Pembahasan

Poros merupakan suatu komponen yang berfungsi sebagai penerus dan tempat komponen lain dalam meneruskan torsi dan putaran, sehingga poros menerima beban torsi, berat komponen, beban aksial dan beban radial. Sedangkan *bearing* berfungsi sebagai tumpuan dari poros sehingga poros dapat berputar dan meneruskan torsi dengan baik, sehingga mengakibatkan *bearing* juga mengalami pembebanan yang didapatkan dari beban poros.

Proses analisa dilakukan dengan membuat desain dari poros dan *bearing* sesuai dengan kondisi yang ada dilapangan, dimensi poros didapatkan dari hasil pengukuran dan gambar teknik *output shaft gear reducer*. Sedangkan dimensi *bearing* didapatkan dari *catalogue bearing* dengan tipe *Tapered roller bearing 32230 SKF*. Kemudian dibuat desain poros dan *bearing* dengan menggunakan *software solidwork* yang kemudian akan dianalisa dengan menggunakan *software Ansys* dengan material material *bearing AISI 52100* untuk mendapatkan hasil analisa *total deformation*, *von Mises stress*, *life factor* dan *safety factor*.

Dari hasil analisa pada *bearing* dengan pembebanan radial 13442,1 N sebesar dan pembebanan aksial sebesar 33631,89 N, didapatkan nilai *total deformation* terbesar yaitu 0,17348 mm pada bagian roller *bearing* dan nilai terkecil terdapat pada *outer bearing* sebesar 0 mm, hasil analisa *von mises stress* pada *bearing* didapatkan nilai terbesar yaitu sebesar 78,579 MPa pada bagian *inner race bearing* dan nilai terkecil yaitu sebesar 0,00197 MPa terdapat pada *outter race bearing*. Sedangkan hasil analisa *life factor* pada *bearing* didapatkan nilai rata-rata yaitu $1,057 \times 10^{12}$ hours dan nilai terkecil yaitu sebesar $2,778 \times 10^{11}$ hours pada *inner* dan *outer bearing* dan analisa nilai *safety factor* pada *bearing* didapatkan nilai *safety factor* terkecil yaitu sebesar 5,876 pada *inner race bearing* dan nilai rata- rata *safety factor* yaitu sebesar 14,869.

Dari hasil analisa yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa *bearing* dengan pembebanan dari setiap komponen yang diberikan masih dinyatakan dalam keadaan aman dan nilai *life factor* analisa *Ansys* yang sangat besar. Hal tersebut diakibatkan keterbatasan pada *software Ansys workbench R1*

2024 student yang memiliki keterbatasan pada ukuran mesh yang memiliki batas terhadap jumlah dan ukuran mesh sehingga mengakibatkan beban yang diberikan tidak dapat terbaca secara sempurna. Pada analisa *life factor* dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan pada *inner race* dan *outter race* dengan *ball bearing* hal tersebut diakibatkan oleh kecilnya beban yang diberikan pada *bearing* dan ukuran mesh yang tidak sesuai sehingga software Ansys hanya dapat menampilkan spesifikasi material yang lebih rendah dan spesifikasi material yang lebih tinggi, sehingga hasil yang ditampilkan hanya berwarna merah dan biru yang menandakan bagian yang memiliki kekuatan material yang lebih rendah akan mengalami kerusakan atau umur yang lebih pendek. Hasil simulasi tersebut tidak dapat dinyatakan akurat sepenuhnya karena titik atau tempat kemungkinan terjadinya kerusakan pada *inner race* dan *outter race bearing* tidak dapat diketahui secara pasti.

5. KESIMPULAN

Dari analisa yang telah dilakukan didapatkan nilai *total deformation* terbesar yaitu 0,173 mm pada bagian *roller bearing* dan nilai terkecil terdapat pada *outer bearing* sebesar 0 mm, hasil analisa *von mises stress* pada *bearing* didapatkan nilai terbesar yaitu sebesar 78,579 MPa pada bagian *inner race bearing* dan nilai terkecil yaitu sebesar 0,00197 MPa terdapat pada *outter race bearing*. Sedangkan hasil analisa *life factor* pada *bearing* didapatkan nilai rata-rata yaitu $1,057 \times 10^{12}$ hours dan nilai terkecil yaitu sebesar $2,778 \times 10^{11}$ hours pada *inner* dan *outer bearing* dan analisa nilai *safety factor* pada *bearing* didapatkan nilai *safety factor* terkecil yaitu sebesar 5,876 pada *inner race bearing* dan nilai rata-rata *safety factor* yaitu sebesar 14,8. Nilai *life factor* yang didapatkan pada simulasi Ansys sebesar $1,057 \times 10^{12}$ hours. Hal tersebut disebabkan oleh keterbatasan pada ukuran dan kecilnya pembebanan yang diberikan sehingga hasil yang didapatkan tidak akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. A. P. Harahap, F. Al Qadri, D. I. Y. Harahap, M. Situmorang, and S. Wulandari. 2023. Analisis Perkkembangan Industri Manufaktur Indonesia, *El-Mal J. Kaji. Ekon. Bisnis Islam*, vol. 4, no. 5, pp. 1444–1450, doi: 10.47467/elmal.v4i5.2918.
- [2] F. Fitrianti. 2021. Perencanaan Pengangkatan Buatan dengan Sistim Pemompaan Berdasarkan Data Karakteristik Reservoir, *J. Earth Energy Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 28–37, 2013, doi: 10.22549/jeee.v2i2.935.
- [3] R. Annur, Analisa Gearbox Pada Fruit Elevator Pabrik, *Univ. Muhammadiyah Sumatera Utara*.
- [4] A. Saputra. 2020. Optimasi Kinerja Pompa Sucker Rod Dengan Enggunaan Rod Pump Optimization Controller Erhadap Well Well Pounding dan Intermitten, [Online]. Available: <https://repository.uir.ac.id/8102/>
- [5] M. R. A. Rachman and A. M. Sakti. 2020. Analisa Perbedaan Kekerasan Dan Kekuatan Tarik Baja S45C Dengan Perlakuan Quenching Dan Tempering Pada Media Udara, Air, dan Oli Untuk Aplikasi Poros Motor Roda Tiga, *J. Tek. Mesin*, vol. 08, no. 02, 89–94.
- [6] F. Luntungan. 2013. Pembuatan Roda Gigi, *Pembuatan Roda Gigi*, pp. 1–39. Pendidikan Politeknik Kebudayaan Manado.
- [7] A. Anjaswara. 2019. Analisa Kegagalan Pada Bearing Scraper Conveyor Untuk Loading Ramp Di PKS Dengan Siulasi ANSYS, *Skripsi*, 6–10.
- [8] K. wijaya Kusuma. 2024. Analisis efek tekanan terhadap von mises stress pada high voltage jet electrode boiler, *ITS*.