

Pengaruh Beban Poros dan Material Bantalan terhadap Temperatur dan Energi Hilang pada Sistem Mekanis dengan Pelumas Nabati

M. Reihan Arif Ardiansyah¹, Eko Yudiyanto²

¹Jurusan Teknik Mesin Produksi & Perawatan, Politeknik Negeri Malang

²Jurusan Teknik Mesin Produksi & Perawatan, Politeknik Negeri Malang

E-mail: reihanarif393@gmail.com

ABSTRAK

Dalam sistem mekanis, bantalan luncur sering mengalami gesekan yang terus-menerus, yang pada akhirnya menyebabkan peningkatan suhu dan hilangnya energi. Salah satu upaya untuk mengurangi dampak tersebut adalah dengan memilih material bantalan yang tepat dan menggunakan pelumas yang ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana variasi beban poros dan jenis material bantalan memengaruhi kenaikan temperatur dan energi yang hilang, dengan menggunakan pelumas berbasis minyak nabati. Tiga jenis material diuji, yaitu kuningan, besi cor, dan perunggu, masing-masing diuji pada beban 5 kg, 10 kg, dan 15 kg. Pengujian dilakukan secara eksperimental dengan mencatat perubahan suhu dan menghitung energi gesek yang terjadi. Hasilnya menunjukkan bahwa semakin besar beban poros, semakin tinggi pula kenaikan suhu dan energi yang hilang. Di antara ketiga material, perunggu terbukti paling stabil dalam menghadapi perubahan suhu, sementara besi cor mengalami peningkatan temperatur paling tinggi. Pelumas nabati mampu memberikan performa pelumasan yang cukup baik, terutama saat dipadukan dengan material yang memiliki konduktivitas panas tinggi. Hasil ini menunjukkan pentingnya pemilihan kombinasi material dan pelumas yang tepat untuk menjaga efisiensi sistem serta mendukung penerapan teknologi yang lebih berkelanjutan.

Kata kunci : Bantalan Luncur; Beban Poros; Kenaikan Suhu; Kehilangan Energi,

ABSTRACT

In mechanical systems, sliding bearings often experience continuous friction, ultimately leading to temperature increases and energy loss. One way to mitigate these impacts is by selecting the appropriate bearing material and using environmentally friendly lubricants. This study aims to determine how variations in shaft load and bearing material type affect temperature increase and energy loss, using vegetable oil-based lubricants. Three materials were tested: brass, cast iron, and bronze, each subjected to loads of 5 kg, 10 kg, and 15 kg. Experimental testing was conducted by recording temperature changes and calculating the resulting frictional energy. The results showed that the greater the shaft load, the greater the temperature increase and energy loss. Among the three materials, bronze proved to be the most stable in the face of temperature changes, while cast iron experienced the highest temperature increase. Vegetable lubricants provided quite good lubrication performance, especially when combined with materials with high thermal conductivity. These results demonstrate the importance of selecting the right combination of materials and lubricants to maintain system efficiency and support the implementation of more sustainable technologies.

Keywords : Energy loss; Shaft load; Sliding bearing; Temperature rise.

1. PENDAHULUAN

Gesekan pada bantalan luncur menyebabkan peningkatan suhu dan hilangnya energi, yang berdampak pada penurunan efisiensi sistem mekanis [1], [2]. Penggunaan pelumas nabati sebagai alternatif ramah lingkungan serta pemilihan

material bantalan yang sesuai menjadi solusi potensial untuk mengatasi masalah ini [3], [4]. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa faktor beban poros dan jenis bantalan secara signifikan memengaruhi kinerja pelumas. [5] Prasetyo et al. (2021) menemukan bahwa peningkatan beban pada poros dapat

meningkatkan suhu bantalan secara signifikan, sedangkan [6] Sulaiman et al. (2020) menyoroti bahwa jenis bantalan, seperti bantalan gelinding atau bantalan luncur, memiliki pengaruh yang berbeda terhadap performa termal dan efisiensi energi. Bahkan menurut [7] Syahrullail (2021) pelumas berbasis nabati memiliki potensi besar sebagai alternatif yang ramah lingkungan untuk mengurangi gesekan dan keausan [8], [9].

Penelitian ini hadir untuk mengisi celah tersebut dengan mengevaluasi efek beban poros 5 kg, 10 kg, dan 15 kg serta variasi material bantalan kuningan, besi cor, dan bronze terhadap kenaikan temperatur dan energi yang hilang pada sistem pelumasan berbasis minyak nabati [10], [11], [12], [13], [14].

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental faktorial dua arah, karena ada dua faktor utama yang diuji, yaitu beban poros serta jenis material bantalan kuningan, besi cor, dan bronze, serta menggunakan pelumas nabati berbasis minyak sawit [6], [11]. Adapun *setting* peralatan pengujian ini seperti pada gambar 1 berikut:



Gambar 1. *Setting* Alat Penelitian

Keterangan:

- | | |
|-------------------|-----------------|
| 1. Motor | 6. Timbangan |
| 2. Coupling | 7. Arduino |
| 3. Pillow block A | 8. Thermometer |
| 4. Pillow block B | 9. inverter |
| 5. Poros | 10. Cam starter |

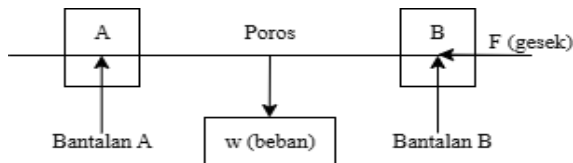
Metode pengambilan data dengan cara;

1. Pastikan wadah atau tangki pelumas bersih dari kotoran atau kontaminasi cairan apapun selain minyak sawit.

2. Pasang atau ganti material sliding bearing sesuai variabel yang sudah ditentukan.
3. Isi tangki pelumas dengan minyak sawit. kemudian tutup agar tidak tumpah saat proses pengambilan data berlangsung.
4. Pasang *thermocouple* atau *thermometer* pada ke-dua *pillow block*.
5. Pasang timbangan pada jarum keras dan tentukan beban yang di inginkan.
6. Pindahkan tuas pada *cam starter* dari "0" menjadi "I" dan inverter akan menyala.
7. Hubungkan perangkat mikrokontroler arduino pada arus listrik.
8. Tekan *start* pada inverter agar motor beroperasi.
9. Gunakan *tachometer* untuk melihat kecepatan putaran poros alat uji penelitian.
10. Sesuaikan frekuensi pada inverter untuk menentukan kecepatan putaran yang di inginkan
11. Tekan dan tahan tombol putih pada *microcontroler arduino* untuk mulai merekam data arus yang dibutuhkan saat proses pengujian.
12. Ambil data temperatur pada *bearing* setiap satu menit sekali selama proses pengujian berlangsung.
13. Jika waktu pengujian sudah selesai tekan dan tahan tombol merah pada *microcontroler arduino* untuk menyimpan data konsumsi arus yang dibutuhkan ketika proses pengujian berlangsung.
14. Tekan tombol *stop* pada inverter untuk menonaktifkan motor.
15. Pindahkan tuas pada *cam starter* menjadi "0"
16. Kuras minyak sawit dan bersihkan untuk pengujian selanjutnya.
17. Lepas jarum keras yang dikaitkan ke timbangan.
18. Selesai

Untuk membantu memahami bagaimana beban bekerja pada sistem uji, penelitian ini menyertakan diagram benda

bebas (*free body diagram*). Visualisasi ini ditampilkan pada gambar 2 berikut:



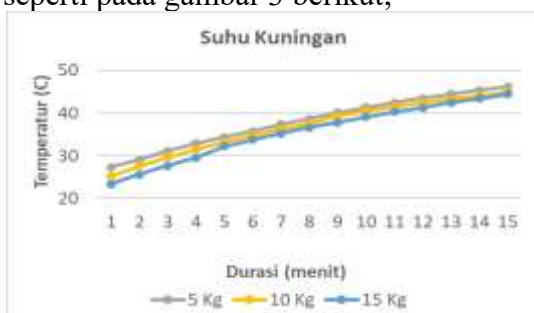
Gambar 2. Diagram Benda Bebas (*Free Body Diagram*) Pembebanan Alat Uji

Melalui diagram ini, alur gaya dapat terlihat lebih jelas, mulai dari beban yang diberikan pada poros, reaksi yang muncul pada bantalan, hingga gaya gesek yang terjadi akibat interaksi dengan pelumas. Diagram ini memperlihatkan kondisi gaya yang bekerja pada poros saat pengujian. Beban uji W ditempatkan di bawah poros dan diteruskan ke bantalan luncur, sehingga menimbulkan gaya reaksi antara bantalan A dan bantalan B pada masing-masing bantalan penopang. Selain itu, interaksi antara poros, bantalan, dan pelumas menghasilkan gaya gesek F yang berlawanan arah dengan putaran poros. Ilustrasi ini membantu menjelaskan aliran gaya dalam sistem, sekaligus mempermudah analisis hubungan antara beban, reaksi bantalan, dan energi gesek yang timbul selama pengujian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil pengujian bantalan kuningan

Berikut ini adalah hasil dari temperatur material kuningan dengan beban 5 kg, 10 kg, dan 15kg dengan durasi pengujian selama 15 menit. Setelah didapatkan data dari hasil pengujian, dihasilkan grafik seperti pada gambar 3 berikut;



Gambar 3. Grafik Suhu Bantalan Kuningan

Grafik pada gambar 3.1 menunjukkan perubahan suhu bantalan kuningan selama 15 menit pengujian dengan beban 5 kg, 10 kg, dan 15 kg. Secara umum, suhu meningkat seiring waktu. Menariknya, beban 5 kg justru mencatat suhu awal tertinggi, kemungkinan karena pelumas belum tersebar merata pada tekanan rendah. Beban 10 kg menunjukkan kenaikan suhu yang stabil, sementara 15 kg mencatat suhu awal lebih rendah, diduga karena tekanan tinggi membantu pelumas langsung bekerja optimal. Di akhir pengujian (menit 12–15), suhu ketiga beban cenderung mendekati, menandakan sistem mulai stabil secara termal. Hal ini menunjukkan bahwa suhu bantalan dipengaruhi tidak hanya oleh beban, tapi juga distribusi pelumas dan sifat material. Sedangkan untuk arus ketika menggunakan bantalan kuningan ini dapat dilihat pada gambar 4 berikut;



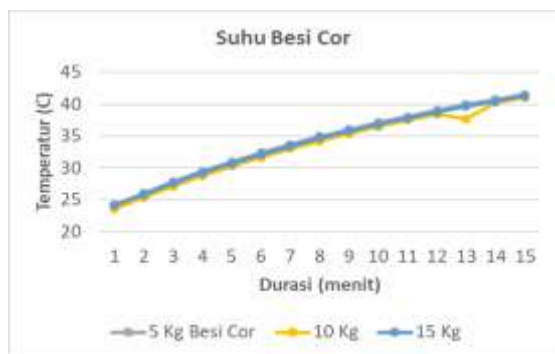
Gambar 4. Grafik Rata-Rata Ampere Kuningan

Grafik pada gambar 3.2 di atas menunjukkan konsumsi arus listrik saat menggunakan bantalan kuningan selama 15 menit dengan beban 5 kg, 10 kg, dan 15 kg. Di menit awal, semua beban mengalami lonjakan arus, terutama beban 15 kg, disusul 10 kg dan 5 kg. Lonjakan ini wajar karena motor bekerja lebih keras saat awal operasi, saat pelumas belum menyebar merata. Setelah menit ke-2, arus mulai turun dan stabil. Menjelang akhir pengujian, ketiga beban menunjukkan konsumsi arus yang hampir sama, sekitar 1.1–1.2 Ampere. Ini menunjukkan bahwa sistem menjadi lebih

efisien seiring waktu, seiring pelumas mulai bekerja optimal dalam mengurangi gesekan.

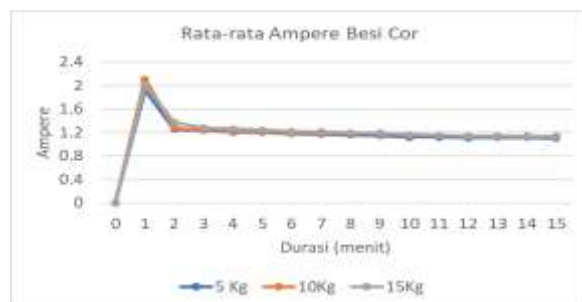
3.2. Hasil pengujian bantalan besi cor

Berikut ini adalah hasil dari temperatur material besi cor dengan variasi beban 5 kg, 10 kg, dan 15kg, Setelah didapatkan data dari hasil pengujian, dihasilkan grafik seperti pada gambar 3.3 berikut;



Gambar 5. Grafik Suhu Bantalan Besi Cor

Grafik pada gambar 5 diatas menunjukkan suhu material besi cor dengan variasi pembebanan 5 kg, 10 kg, dan 15 kg. Secara umum, suhu meningkat seiring bertambahnya waktu. Beban 5 kg cenderung menghasilkan kenaikan suhu paling tinggi, diikuti oleh 15 kg, dan 10 kg. Meski begitu, pada menit ke-13, suhu beban 10 kg sedikit menurun, namun kembali naik di menit berikutnya. Sedangkan untuk arus ketika menggunakan bantalan besi cor ini dapat dilihat pada gambar 6 berikut;



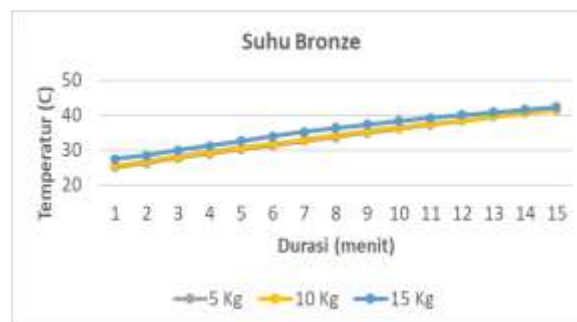
Gambar 6. Grafik Rata-Rata Ampere Besi Cor

Grafik pada gambar 6 diatas menampilkan rata-rata arus listrik pada besi cor dengan variasi beban 5 kg, 10 kg, dan 15 kg selama 15 menit. Terlihat lonjakan arus signifikan di menit pertama untuk semua beban, terutama pada beban 10 kg. Setelah itu, arus langsung menurun dan stabil di

kisaran 1,1 hingga 1,3 ampere. Perbedaan nilai antar beban tidak terlalu mencolok setelah menit ke-3, menunjukkan bahwa beban tidak terlalu memengaruhi konsumsi arus dalam jangka waktu lama.

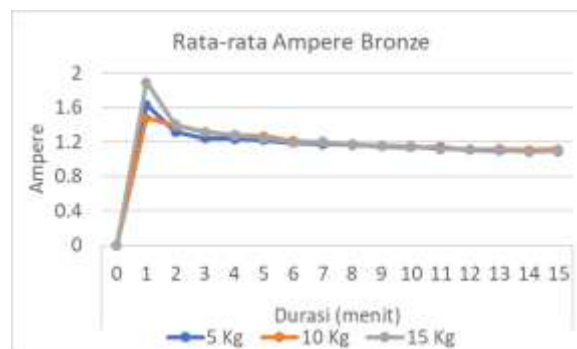
3.3. Hasil pengujian bantalan bronze

Berikut ini adalah hasil dari temperatur material perunggu dengan variasi beban 5 kg, 10 kg, dan 15kg, Setelah didapatkan data dari hasil pengujian, dihasilkan grafik seperti pada gambar 7 berikut;



Gambar 7. Grafik Suhu Bantalan Perunggu

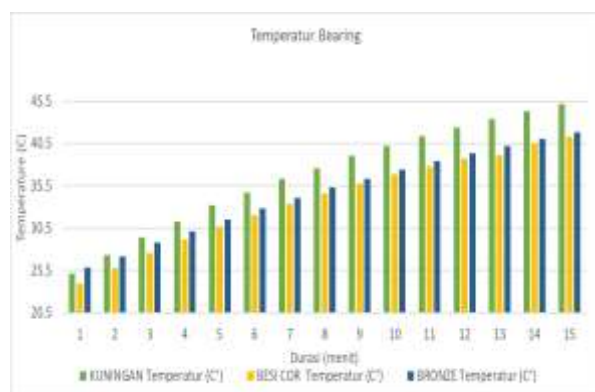
Grafik ini menunjukkan perubahan suhu pada material bronze dengan tiga variasi beban: 5 kg, 10 kg, dan 15 kg selama 15 menit. Terlihat bahwa suhu terus meningkat seiring waktu, dengan beban 15 kg menghasilkan suhu tertinggi, diikuti oleh 10 kg, lalu 5 kg. Kenaikan suhu paling tajam terjadi pada awal pengujian (menit ke-1), khususnya pada beban 5 kg yang sebelumnya tidak tercatat suhunya. Secara keseluruhan, semakin besar beban, suhu cenderung lebih tinggi dan meningkat lebih cepat. Sedangkan untuk arus ketika menggunakan bantalan bronze ini dapat dilihat pada gambar 8 berikut:



Gambar 8. Grafik Rata-Rata Ampere Bronze

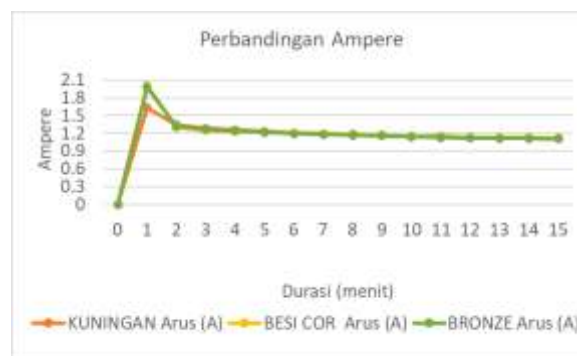
Grafik pada gambar 8 di atas menggambarkan rata-rata arus listrik (ampere) pada material bronze dengan variasi beban 5 kg, 10 kg, dan 15 kg selama 15 menit. Pada menit pertama, semua beban menunjukkan lonjakan arus yang signifikan, terutama pada beban 15 kg. Setelah itu, arus menurun dan cenderung stabil di kisaran 1,1–1,3 ampere. Meskipun ada sedikit perbedaan antar beban, secara umum pola penggunaan arus cenderung mirip dan stabil setelah menit ke-3.

Dari temperatur dan ampere ke-tiga material bantalan yang digunakan di dapat rata-rata yang bisa dilihat pada gambar 9 grafik berikut;



Gambar 9. Grafik Perbedaan Suhu Dari Variasi Material Bantalan Yang Digunakan

Dapat dilihat dari grafik pada gambar 9 diatas, perbandingan kenaikan suhu pada tiga jenis material bearing kuningan, besi cor, dan perunggu selama 15 menit pengujian. Secara keseluruhan, suhu ketiga material meningkat seiring waktu. Kuningan menunjukkan kenaikan suhu paling tinggi dibanding dua material lainnya, diikuti oleh perunggu, lalu besi cor. Pola ini konsisten dari menit awal hingga akhir, yang mengindikasikan bahwa kuningan lebih cepat menyerap panas saat digunakan, sementara besi cor cenderung paling stabil dalam hal peningkatan suhu. Sedangkan untuk perbedaan konsumsi arus listrik dari tiga variasi material bantalan yang digunakan dalam pengujian kali ini dapat dilihat pada gambar 10 berikut;



Gambar 10. Grafik Perbandingan Ampere Dari Variasi Material Bantalan

Grafik pada gambar 10 diatas menunjukkan perbedaan arus dari ketiga material bearing kuningan, besi cor, dan perunggu mengalami lonjakan arus pada awal pengujian, kemudian stabil di kisaran 1,1–1,3 ampere. Perbedaan jenis material tidak terlalu berpengaruh terhadap konsumsi arus setelah sistem mencapai kondisi stabil. Hal ini menunjukkan bahwa dari sisi efisiensi arus listrik, ketiga material memiliki performa yang relatif sebanding.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan yaitu;

1. Beban yang diterapkan pada poros ternyata memberikan dampak langsung terhadap peningkatan suhu bantalan dan jumlah energi yang hilang selama proses kerja. Saat beban ditingkatkan, gesekan yang terjadi juga meningkat, sehingga menghasilkan panas lebih tinggi dan konsumsi energi listrik yang lebih besar di awal pengoperasian. Namun menariknya, seiring waktu, sistem menjadi lebih stabil karena pelumas sudah bekerja lebih optimal, dan energi yang hilang pun menurun.
2. Jenis material bantalan juga sangat mempengaruhi performa termal sistem. Dari tiga jenis material yang diuji kuningan, besi cor, dan perunggu, kuningan menunjukkan suhu tertinggi, artinya material ini cepat menghantarkan panas. Sementara besi cor cenderung paling stabil dan tidak terlalu cepat panas, membuatnya lebih aman untuk aplikasi

jangka panjang. Perunggu berada di tengah-tengah, dengan performa termal yang cukup baik namun belum sebaik besi cor. Dari sisi konsumsi energi (dilihat dari arus listrik), ketiga material menunjukkan pola yang mirip, terutama setelah sistem bekerja stabil. Jadi bisa disimpulkan bahwa meskipun material memengaruhi suhu, namun tidak terlalu signifikan terhadap energi yang hilang dalam jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Meyer, L., Schmidt, H., & Krause, M. (2018). Friction and Energy Loss in Bearing Systems. *Tribology Transactions*, vol. 61, no. 1, pp. 15-22.
- [2] G Ianus, D Cojocaru, M C Oprisan, V Paleu and D N Olaru (2020) Power loss in grease lubricated ball bearings. *Materials Science and Engineering* 724 012009
- [3] Bahari, A., Rosli, R., & Latiff, Z. A. (2018). *Performance of Bio-based Lubricants under Moderate Operating Conditions*. *Journal of Mechanical Engineering and Technology*, vol. 7, no. 3, pp. 102–110.
- [4] Sri Wahyuni Santi.Rahardiningrum, Mahreni., Renung Reningtyas., Raden Hendri Gusaptono (2016) Biopelumas dari Minyak Nabati. *Jurnal Eksergi*, vol. 13, no. 2, pp. 14-19.
- [5] Prasetyo, A., Haryanto, B., & Sulaiman, R. (2021). Pengaruh Beban pada Poros terhadap Kinerja Termal Bantalan Luncur. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Mesin*, vol. 15, no. 2, pp. 78-85.
- [6] Sulaiman, R., Wijaya, T., & Firmansyah, D. (2020). Studi Kinerja Bantalan Gelinding dengan Variasi Beban. *Jurnal Teknologi Material*, vol. 9, no. 3, pp. 120-126.
- [7] Syahrullail, S., Ridzuan, M. J. M., & Kameel, A. M. (2021). Vegetable-based lubricants as a sustainable alternative in reducing friction and wear. *Journal of Renewable and Sustainable Engineering*, vol. 10, no. 1, pp. 45–52
- [8] Kumar, D., & Sharma, A. K. (2016). Performance Evaluation of Biodegradable Lubricants for Mechanical Systems. *International Journal of Mechanical Engineering*, vol. 5, no. 4, pp. 124-132.
- [9] Rini Siskayanti dan Muhammad Engkos Kosim (2017) Analisis Pengaruh Bahan Dasar terhadap Indeks Viskositas Pelumas Berbagai Kekentalan. *Jurnal Rekayasa Proses*, vol. 11, no. 2, pp. 94-100.
- [10] David M.Hutabarat, Mulfi Hazwi, Taufiq B. N., Himsar A., A. Husein Siregar (2017). Pengaruh Penggunaan Oli Drum pada Bantalan Luncur. *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 10, no. 3, pp. 45-50.
- [11] Kirono, S. (2006). Pengaruh Suhu Komponen Mesin Bantalan Luncur menggunakan Metode Pengujian Mekanis Tarik dan Kekerasan. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, vol. 12, no. 2, pp. 100-107.
- [12] Muhamad, F. (2020). Pengaruh Beban Lentur pada Poros *Stainless Steel* terhadap Siklus Kegagalan Fatik. *Jurnal Keteknikan Mesin*, vol. 18, no. 1, pp. 58-65.
- [13] Zhang, Y., Liu, H., & Chen, X. (2019). Influence of Bearing Materials on Thermal Efficiency. *International Journal of Tribology Science*, vol. 13, no. 2, pp. 88-95.
- [14] Pangestu, Hiendro, Taufiqurrahman (2023) Analisis Konduktivitas Termal Material Logam Menggunakan Metode Searle. *Jurnal Teknologi Rekayasa Teknik Mesin*, Vol. 4, No. 1, pp. 44-48.