

**Peningkatan Kinerja Mekanisme Kursi Dokter Bedah
Tipe Roda Gigi Cacing**

*Performance improvement of worm gear mechanism for
surgical chair*

SKRIPSI

Oleh:

Nama: Ibadurrahman Mustofa

NPM: 203030042



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

Peningkatan Kinerja Mekanisme Kursi Dokter Bedah Tipe Roda Gigi Cacing



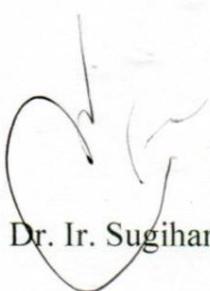
Nama: Ibadurrahman Mustofa

NPM: 203030042

Pembimbing Utama


Dr. Ir. Gatot Santoso, MT.

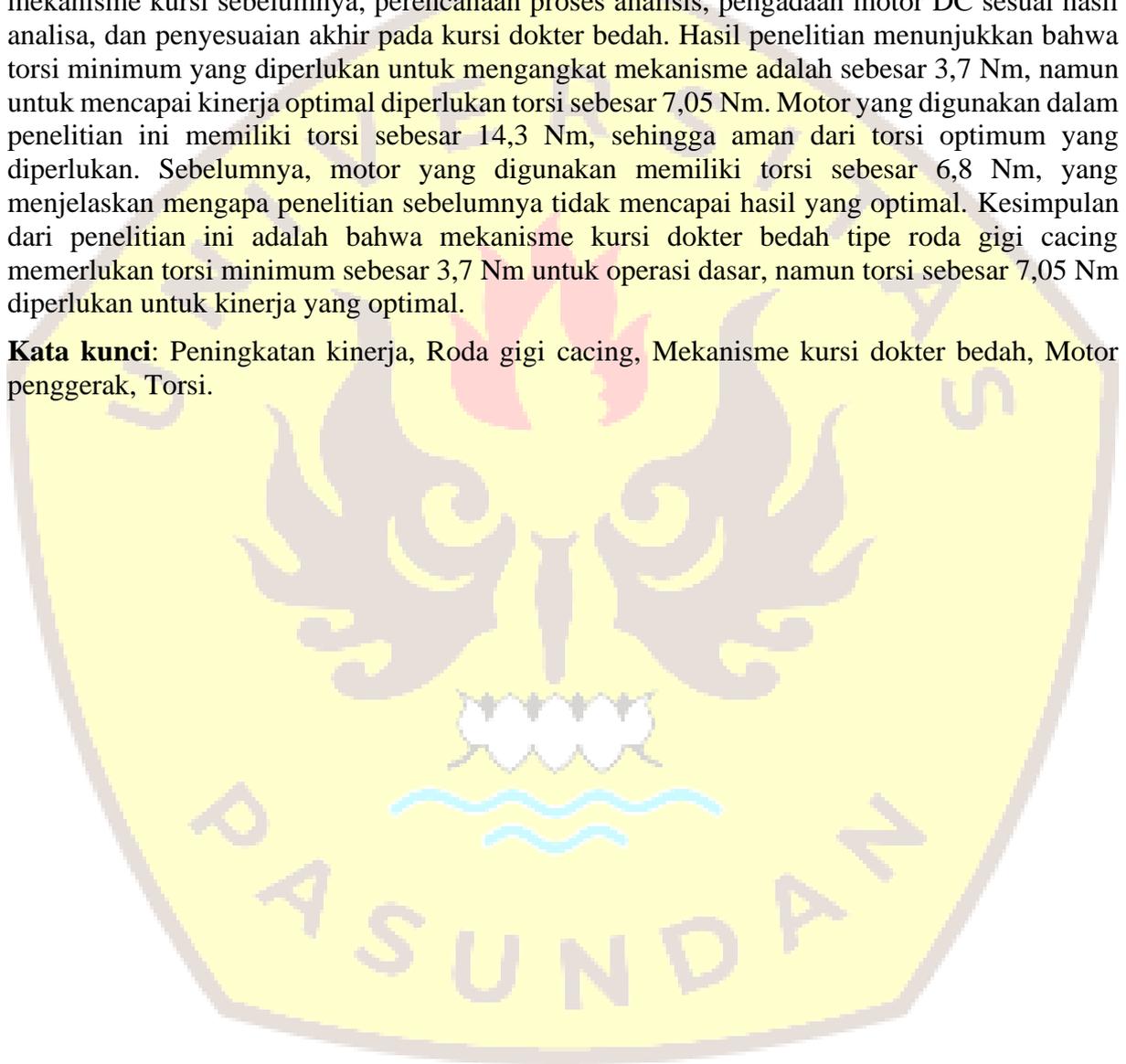
Pembimbing Pendamping


Dr. Ir. Sugiharto, MT.

ABSTRAK

Penelitian ini didasari oleh kekurangan dalam penelitian sebelumnya terkait mekanisme kursi dokter bedah tipe roda gigi cacing yang belum optimal. Oleh karena itu, dilakukan peningkatan kinerja pada mekanisme tersebut. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk menganalisis torsi optimum yang diperlukan untuk mengangkat mekanisme kursi dokter bedah tipe roda gigi cacing, serta membandingkan hasil waktu dan kecepatan sebelum dan sesudah peningkatan kinerja, baik tanpa beban maupun dengan beban. Metode penelitian yang digunakan mencakup beberapa tahapan, yaitu: identifikasi masalah, pengumpulan data, mempelajari motor DC dan mekanisme kursi sebelumnya, perencanaan proses analisis, pengadaan motor DC sesuai hasil analisa, dan penyesuaian akhir pada kursi dokter bedah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa torsi minimum yang diperlukan untuk mengangkat mekanisme adalah sebesar 3,7 Nm, namun untuk mencapai kinerja optimal diperlukan torsi sebesar 7,05 Nm. Motor yang digunakan dalam penelitian ini memiliki torsi sebesar 14,3 Nm, sehingga aman dari torsi optimum yang diperlukan. Sebelumnya, motor yang digunakan memiliki torsi sebesar 6,8 Nm, yang menjelaskan mengapa penelitian sebelumnya tidak mencapai hasil yang optimal. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa mekanisme kursi dokter bedah tipe roda gigi cacing memerlukan torsi minimum sebesar 3,7 Nm untuk operasi dasar, namun torsi sebesar 7,05 Nm diperlukan untuk kinerja yang optimal.

Kata kunci: Peningkatan kinerja, Roda gigi cacing, Mekanisme kursi dokter bedah, Motor penggerak, Torsi.



ABSTRACT

This research arises from shortcomings in previous studies related to the worm gear-type surgical chair mechanism, which has not yet achieved optimal performance. In response, this study focuses on enhancing the performance of this mechanism. The primary objective of this study is to analyze the optimum torque required to lift the worm gear-type surgical chair mechanism and to compare the time and speed results before and after performance improvements, both under load and without load. The research methodology encompasses several steps: identifying the problem, gathering data, examining the DC motor and previous chair mechanisms, planning the analysis process, acquiring the DC motor based on the analysis, and making final adjustments to the surgical chair. The results show that the minimum torque required to lift the mechanism is 3.7 Nm; however, achieving optimal performance requires a torque of 7.05 Nm. The motor used in this study has a torque of 14.3 Nm, which is safe from the needed optimum torque. The motor used had a torque of 6.8 Nm, which explains why the previous study did not achieve optimal results. The conclusion of this study is that the worm gear type surgeon's chair mechanism requires a minimum torque of 3.7 Nm for basic operations, but a torque of 7.05 Nm is required for optimal performance.

Keywords: *Performance improvement, Worm gear, Surgical chair mechanism, Driving motor, Torque*



DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN	I
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	II
LEMBAR PENGESAHAN.....	III
KATA PENGANTAR	IV
DAFTAR ISI.....	VI
DAFTAR GAMBAR	VIII
DAFTAR TABEL.....	IX
ABSTRAK.....	X
<i>ABSTRACT</i>	XI
BAB I PENDAHULUAN	1
1. Latar Belakang.....	1
2. Rumusan Masalah.....	1
3. Tujuan Penelitian.....	2
4. Manfaat.....	2
5. Batasan Masalah	3
6. Sistematika Penulisan	3
BAB II STUDI LITERATUR.....	4
1. Mekanisme Roda Gigi Cacing.....	4
2. Kursi Dokter Bedah Tipe Roda Gigi Cacing.....	5
3. Motor DC (Arus Searah).....	6
4. Upaya Peningkatan Kinerja Mekanisme	9
5. Sistem Naik-Turun Menggunakan <i>Switch Relay</i>	10
6. <i>Power Supply</i>	11
BAB III METODOLOGI.....	12
1. Tahapan Penelitian.....	12
2. Tempat Penelitian.....	14
3. Metode Pengujian.....	14
4. Metode Pengolahan Data	15
BAB IV HASIL DAN ANALISIS.....	16
1. Analisis Kinematik.....	16
2. Analisis Mekanisme	26
3. Hasil penelitian sebelumnya	29
4. Hasil Peningkatan Kinerja.....	30
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	34
1. Kesimpulan	34
2. Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN.....	39

BAB I PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Latar belakang skripsi ini muncul dari kebutuhan akan peningkatan kinerja mekanisme kursi dokter bedah tipe roda gigi cacing yang telah ada sebelumnya [1]. Dalam upaya meningkatkan kualitas dan efisiensi perangkat ini, penelitian dan pengembangan terhadap prototipe yang telah dibuat menjadi aspek yang krusial. Dalam evaluasi prototipe tersebut, perlu dilibatkan beberapa parameter kinerja yang relevan, terutama fokus pada kecepatan dalam proses pengangkatan dan penurunan kursi dokter bedah ada maupun tidak ada beban.

Evaluasi harus mencakup kemampuan kursi untuk beroperasi dengan kecepatan yang optimal tanpa mengorbankan kestabilan dan keamanan. Selain itu, penelitian juga harus mempertimbangkan kemampuan mekanisme kursi dalam menangani beban yang ditempatkan di atasnya, sehingga dapat diidentifikasi dan dioptimalkan agar mampu beroperasi secara efektif dalam berbagai kondisi.

Dengan menyelidiki dan mengevaluasi parameter tersebut, diharapkan dapat menemukan solusi untuk meningkatkan kinerja mekanisme kursi dokter bedah tipe roda gigi cacing ini. Implementasi perubahan pada desain atau teknologi yang digunakan pada prototipe dapat menjadi strategi utama untuk mencapai peningkatan yang diinginkan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan berharga dalam pengembangan teknologi kesehatan, khususnya dalam meningkatkan fungsionalitas dan efisiensi kursi dokter bedah tipe roda gigi cacing untuk mendukung praktik medis yang lebih baik.

2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini yaitu:

- a. Analisis parameter yang berkontribusi terhadap kapasitas menahan beban dan kestabilan pada mekanisme roda gigi cacing untuk kursi dokter bedah.
- b. Berapa besar beban yang mampu diangkat oleh mekanisme ini setelah dilakukan peningkatan kinerja.
- c. Analisis motor penggerak mekanisme roda gigi cacing pada kursi dokter bedah untuk mendapatkan torsi yang dibutuhkan.
- d. Berapa waktu dan kecepatan yang diperlukan mekanisme roda gigi cacing untuk menaikkan posisi dari posisi minimum hingga posisi maksimum dengan kondisi terdapat beban dan tanpa beban, baik sebelum dan sesudah ditingkatkan performanya.

3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu:

- a. Mengidentifikasi dan mengevaluasi parameter parameter utama yang mempengaruhi kemampuan roda gigi cacing dalam menahan beban dan menjaga kestabilan kursi dokter bedah. Hasil dari analisis ini akan memberikan informasi penting untuk pengembangan lebih lanjut yang lebih andal dan efisien.
- b. Menganalisis penentuan besar beban yang mampu diangkat oleh mekanisme roda gigi cacing, yang berfokus pada pengukuran dan penilaian kapasitas angkat dari mekanisme roda gigi cacing. Dengan mengetahui beban maksimal yang dapat diangkat, dapat dipastikan bahwa mekanisme ini sesuai dengan kebutuhan praktis dan membantu dalam memastikan keamanan dan kenyamanan kursi ini.
- c. Untuk menganalisis motor penggerak mekanisme roda gigi cacing, yang bertujuan untuk berfokus pada evaluasi kinerja motor penggerak yang digunakan dalam mekanisme roda gigi cacing ini. Analisis ini mencakup pada daya motor, torsi motor dan kemampuan motor dalam bekerja di bawah beban. Analisis ini bertujuan untuk memastikan bahwa motor yang digunakan mampu memberikan performa optimal dan memiliki daya tahan yang memadai untuk penggunaan.
- d. Untuk mengukur dan membandingkan waktu yang diperlukan untuk menggerakkan kursi dokter bedah dari posisi terendah ke posisi tertinggi atau sebaliknya, baik dalam kondisi terbebani maupun tanpa beban. Kegiatan ini akan dilakukan sebelum dan sesudah peningkatan performa mekanisme yang bertujuan untuk menilai efektifitas peningkatan performa yang dilakukan serta untuk memastikan bahwa waktu respon mekanisme sesuai dengan kebutuhan.

4. Manfaat

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mempelajari dan mengembangkan mekanisme kursi dokter bedah tipe roda gigi cacing yang diharapkan dapat meningkatkan kinerja dan kenyamanan dokter. Peralatan yang ergonomis dan efisien sangat penting dalam dunia medis terutama bedah. Salah satu peralatan yang sangat penting untuk membantu dokter bedah bekerja dengan baik selama operasi adalah kursi bedah.

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini dapat dibagi menjadi dua kategori utama yaitu manfaat teoritis dan manfaat praktis. Berikut uraiannya

Manfaat Teoritis

- a. Menambah wawasan dalam bidang mekanika dan ergonomi khususnya dalam desain dan pengembangan kursi dokter bedah.
- b. Mendorong pengembangan inovasi dalam teknologi mekanisme pergerakan kursi, yang dapat diaplikasikan pada berbagai jenis kursi medis lainnya.

Manfaat Praktis

- a. Menyediakan kursi dengan mekanisme yang mudah diatur dan dioperasikan, sehingga mempercepat persiapan dan pelaksanaan prosedur bedah nantinya.
- b. Dapat diadopsi oleh produsen peralatan medis untuk meningkatkan kualitas produk mereka dan memenuhi kebutuhan pasar yang terus berkembang.

5. Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini mencakup pada pemilihan motor DC untuk kursi dokter bedah yang dibuat secara prototipe, evaluasi terhadap bagaimana kinerja motor DC memengaruhi kursi dokter bedah tersebut, dan melakukan perbandingan hasil penelitian ini dengan penelitian sebelumnya.

6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan penelitian terdiri dari beberapa bab yang saling terkait yang meliputi:

BAB I: PENDAHULUAN

Pada bab ini, dijelaskan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan batasan masalah.

BAB II: STUDI LITERATUR

Bagian ini berisi kajian dasar yang terkait dengan penelitian yang dilakukan.

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Penjelasan mengenai strategi yang digunakan untuk menyelesaikan studi penelitian.

BAB IV: HASIL DAN ANALISIS

Bab ini berisikan hasil dari analisis yang telah dilakukan selama penelitian menampilkan data data yang dihasilkan.

BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan kesimpulan dari hasil analisis data yang telah dilakukan serta memberikan saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan menganalisis berbagai aspek teknis dari mekanisme roda gigi cacing pada kursi dokter bedah. Berdasarkan tujuan-tujuan tersebut, berikut adalah kesimpulan yang dapat diambil:

a. Identifikasi dan Evaluasi Parameter Utama

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi dan mengevaluasi parameter-parameter utama yang mempengaruhi kemampuan roda gigi cacing dalam menahan beban dan menjaga kestabilan kursi dokter bedah. Hasil analisis menunjukkan bahwa desain geometris roda gigi cacing, termasuk sudut ulir dan profil gigi, memainkan peran penting dalam meningkatkan efisiensi dan kestabilan mekanisme. Selain itu, pelumasan yang tepat dapat mengurangi gesekan dan keausan, sehingga memperpanjang umur pakai mekanisme roda gigi cacing tersebut. Dengan memperhatikan dan mengoptimalkan kedua parameter ini, dapat dijamin bahwa operasional kursi dokter bedah tipe roda gigi cacing ini akan lebih efisien, stabil dan tahan lama sesuai dengan kebutuhan penggunaan.

b. Analisis Kapasitas Angkat

Penelitian ini juga menganalisis penentuan besar beban yang mampu diangkat oleh mekanisme roda gigi cacing. Dari hasil pengukuran dan penilaian, ditemukan bahwa mekanisme roda gigi cacing yang diuji mampu mengangkat beban hingga batas maksimal tertentu yang sesuai dengan spesifikasi desain awal. Kapasitas angkat maksimal dari mekanisme ini adalah sebesar 80 kg atau setara dengan 784 N. Dengan mengetahui beban maksimal yang dapat diangkat, dapat dipastikan bahwa mekanisme ini aman dan nyaman untuk digunakan dalam kondisi praktis sehari-hari.

c. Evaluasi Kinerja Motor Penggerak

Analisis terhadap motor penggerak yang digunakan dalam mekanisme roda gigi cacing menghasilkan beberapa temuan penting. Daya motor yang digunakan yaitu sebesar 40 watt, terbukti cukup untuk menggerakkan mekanisme roda gigi cacing di bawah berbagai kondisi beban yang ada. Selain itu torsi yang dihasilkan oleh motor saat ini jauh melebihi batas minimum yang diperlukan, hasil penelitian menunjukkan bahwa torsi minimum yang diperlukan untuk mengangkat mekanisme adalah sebesar 3,7 Nm, namun untuk mencapai kinerja optimal diperlukan torsi sebesar 7,05 Nm. Motor yang digunakan dalam penelitian ini memiliki torsi sebesar 14,3 Nm, sehingga aman dari torsi optimum yang diperlukan. menunjukkan bahwa motor mampu mengatasi beban yang diterapkan pada mekanisme dengan baik, serta menunjukkan bahwa motor memiliki performa yang memadai.

Selain itu, dalam uji coba motor menunjukkan daya tahan yang baik di bawah beban. Hal ini memastikan bahwa motor dapat memberikan performa optimal dalam penggunaan jangka panjang,

sesuai dengan spesifikasi dan memiliki daya tahan yang baik, dapat dipastikan bahwa motor tidak terlalu kerja dengan berat dari batas kemampuannya, sehingga dapat diandalkan untuk digunakan dalam jangka panjang.

d. Pengukuran dan Perbandingan Waktu Respons

Pengukuran dan perbandingan waktu yang diperlukan untuk menggerakkan kursi dokter bedah dari posisi terendah ke posisi tertinggi atau sebaliknya memberikan hasil sebagai berikut:

Efektivitas Peningkatan Performa: Setelah peningkatan performa mekanisme, waktu respons mekanisme menunjukkan perbaikan yang signifikan dibandingkan dengan kondisi sebelum peningkatan. Hasil ini menunjukkan perbedaan rata-rata waktu naik sebesar 7,73 detik sedangkan untuk selisih rata rata waktu turun sebesar 6,56 detik dari penelitian sebelumnya, dan adapun untuk besar kecepatan rata rata untuk naik Menghasilkan selisih sebesar 5,25 mm/s dan selisih besar kecepatan rata rata untuk turun sebesar 4,57 mm/s lebih besar dari penelitian sebelumnya.

Kondisi terbebani memperoleh waktu rata-rata yang diperlukan untuk menggerakkan kursi dalam kondisi terbebani sebesar 15.17 detik untuk naik dan 12.12 detik untuk turun. Sedangkan pada penelitian sebelumnya tidak dapat mengangkat beban yang ada di atasnya.

e. Implikasi dan Rekomendasi

Hasil Berdasarkan hasil penelitian ini, beberapa implikasi dan rekomendasi dapat diidentifikasi untuk meningkatkan efisiensi dan kinerja mekanisme roda gigi cacing pada kursi dokter bedah.

Implikasi dari penelitian menunjukkan bahwa desain geometris roda gigi cacing, termasuk sudut ulir dan profil gigi, sangat berpengaruh dalam meningkatkan efisiensi dan kestabilan mekanisme. Hal ini menyarankan perlunya mempertimbangkan desain yang optimal untuk memaksimalkan performa mekanisme dan mengurangi kemungkinan keausan yang berlebihan. Pelumasan yang tepat juga kritis untuk memperpanjang umur pakai komponen-komponen roda gigi cacing, yang perlu diintegrasikan dalam rutinitas perawatan dan pemeliharaan.

Rekomendasi berikutnya adalah memperhatikan kapasitas angkat maksimal dari mekanisme roda gigi cacing. Dengan kapasitas angkat maksimal sebesar 80 kg atau 784 N, disarankan untuk mempertimbangkan faktor keselamatan dan kenyamanan pengguna saat menentukan beban maksimal yang diangkat oleh kursi dokter bedah ini dalam penggunaan sehari-hari.

Analisis terhadap motor penggerak menunjukkan bahwa motor dengan daya 40 watt dan torsi yang cukup mampu mengatasi beban yang diterapkan pada mekanisme. Namun, untuk meningkatkan kinerja dan daya tahan motor, disarankan untuk mempertimbangkan motor dengan spesifikasi yang lebih tinggi jika diperlukan untuk aplikasi yang lebih berat atau dalam jangka waktu penggunaan yang lebih panjang.

Perbandingan waktu respons yang menunjukkan perbaikan signifikan dalam waktu naik dan turun kursi dokter bedah setelah peningkatan performa mekanisme, menyarankan perlunya mempertimbangkan implementasi perbaikan yang sama pada mekanisme lainnya. Hal ini akan meningkatkan efisiensi operasional dan kenyamanan pengguna dalam penggunaan sehari-hari.

Secara keseluruhan, penelitian ini menggarisbawahi pentingnya memilih, merancang, dan memelihara mekanisme roda gigi cacing dengan cermat untuk memastikan operasional yang efisien, stabil, dan tahan lama sesuai dengan kebutuhan praktis dalam lingkungan klinis.

2. Saran

Dalam peningkatan kinerja mekanisme kursi dokter bedah tipe roda gigi cacing ini memiliki beberapa saran yang terkait dengan pengembangan selanjutnya yaitu, untuk pengembangan selanjutnya dapat memperhatikan segi material yang dipakai terutama pada komponen alas duduk yang ada pada mekanisme kursi dokter bedah sekarang, karena material yang digunakan sekarang terlampau sangat berat yang di mana itu mempengaruhi juga pada kemampuan mekanisme untuk melakukan gerak naik turun baik ada atau dengan tidak adanya beban di atas kursi dokter bedah tersebut. Selain itu, dari segi keringkasan sistem mekanisme ini masih sangat banyak kurangnya karena mengandalkan sudut pada mekanisme yang apa bila terlalu besar atau terlalu kecil sudut yang diciptakan oleh gerakan akan menyebabkan gerak mekanisme menjadi terhambat. Menggunakan sistem *lead screw* yang lebih sederhana tanpa mengandalkan sudut engsel akan membuat gerakan naik turun menjadi lebih fleksibel. Selanjutnya, mengubah semua mekanisme yang menggunakan pengoperasian tangan menjadi pengoperasian dengan kaki agar semua dapat lebih terfokus pada pengoperasian kaki saja. Terakhir, saran terkait adalah mengenai estetika keseluruhan agar lebih nyaman dilihat dan lebih baik dari segi harga jual.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rudiansyah, "Pembuatan Alat Bantu Duduk Dokter Bedah dengan Menggunakan Mekanisme Roda Gigi Cacing," Teknik Mesin, Universitas Pasundan, Bandung, 2023.
- [2] F. Amri, "Perancangan Kursi yang Ergonomis sebagai Alat Bantu di Stasiun Kerja Produksi Air Galon," *Malikussaleh Industrial Engineering Journal*, vol. 4, no. 2, pp. 17–23, 2015.
- [3] R. G. Budynas and J. Keith Nisbett, *Shigley's Mechanical Engineering Design Ninth Ed*, 9 edition. New York: McGraw-Hill, 2011.
- [4] Y. R. Nugroho and R. Winarso, "Rancang Bangun Mekanisme Ulir Dan Roda Gigi Cacing Pada Meja Mesin Planer Otomatis," *Jurnal CRANKSHAFT*, vol. 2, no. 1, pp. 35–41, 2019.
- [5] M. Iqbal, "Modifikasi Mesin Penggembur Tanah," Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar, 2022.
- [6] F.N. Maulana, "Analisa Keausan Steady State Pada Kontak Pin On Disc Dengan Simulasi Elemen Hingga," *Momentum*, vol. 8, no. 1, pp. 28–32, Apr. 2012.
- [7] F. A. Angel, D. M. H. Rahayu, M. Masyhuri, and A. Nadzir, "Makalah Motor DC," Bandung, Oct. 2014.
- [8] F. B. Setiawan, Y. Y. C. Wibowo, L. H. Pratomo, and S. Riyadi, "Perancangan Automated Guided Vehicle Menggunakan Penggerak Motor DC dan Motor Servo Berbasis Raspberry Pi 4," *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol. 18, no. 2, Jul. 2022, doi: 10.17529/jre.v18i2.25863.
- [9] S. E. Widya, A. Mas, and P. R. Dwi, "Tuning Parameter Pengendali PID dengan Metode Algoritma Genetik pada Motor DC Tuning of PID Controller Parameters with Genetic Algorithm Method on DC Motor," *TELKA*, vol. 8, no. 1, pp. 1–13, 2022.
- [10] T. Stevano, "Perancangan Sistem Kendali Alat Bantu Rehabilitasi Kaki Dengan Dua Derajat," Teknik Mesin, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2021.
- [11] N. Idayanti, D. Dedi, N. Sudrajat, S. Suyatman, N. Hilda, and A. Hawa, "Perancangan Instrumen Ukur Torsi Dan Kecepatan Pada Motor DC Dengan Prinsip Nonkontak Berdasarkan Deteksi Medan Magnet," *Instrumentasi*, vol. 40, no. 2, p. 61, Dec. 2016, doi: 10.14203/instrumentasi.v40i2.141.

- [12] N. P. Setyo, "Peningkatan Produktivitas Konstruksi Melalui Pemilihan Metode Konstruksi Improvement of Construction Productivity Through Construction Method Selection," *Dinamika Rekayasa*, vol. 8, no. 1, Feb. 2012.
- [13] R. Hidayat, "Karakteristik Pada Logam Baja Paduan Dengan Menggunakan Metoda X-Ray Fluorosence (XRF)," Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, 2018.
- [14] B. Widoto, "Pengaruh Profil Gigi Terhadap Regangan Dinamis Pada Roda Gigi," Teknik Mesin, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2018.
- [15] R. Ariyansah, *Teknologi Pelumasan*. Solo: Mafy Media Literasi Indonesia, 2023.
- [16] Y. Darmawan and M. Pramuda, "Perancangan Sistem Kontrol Jarak Jauh Sebagai pengendali Alat Pembolong Mulsa Semi-Otomatis," Bandung, Oct. 2021.
- [17] M. Saleh and M. Haryanti, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay," *Teknologi Elektro*, vol. 8, no. 3, pp. 181–186, Sep. 2017.
- [18] M. Nega, E. Susanti, and A. Hamzah, "Internet Of Things (IoT) Kontrol Lampu Rumah Menggunakan Nodemcu Dan Esp-12e Berbasis Telegram Chatbot," *Script*, vol. 7, no. 1, pp. 88–99, Jun. 2019.
- [19] G. Subni, A. Putra, A. Nabila, and A. B. Pulungan, "Power Supply Variabel Berbasis Arduino," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 1, no. 2, 2020.
- [20] H. Fikri, R. H. Ridho, and G. Khakim, "Rancang Bangun Sistem Pemantauan dan Forecasting Konsumsi Energi Listrik Menggunakan Internet of Things dan Algoritma Seasonal Time Series," *Teknik ITS*, vol. 11, no. 2, pp. 103–109, 2022, doi: 10.12962/j23373539.v11i2.86571.
- [21] A. Ibrahim, "Analisis Selisih Arus Sekunder CT dengan Rele Diferensial sebagai Setting Arus pada Trafo Daya 1 Gardu Induk Denai," Teknik Elektro, Universitas Pembangunan Panca Budi, Medan, 2022.
- [22] G. B. Richard and N. J. Keith, *Shigley's Mechanical Engineering Design ed 10th*, Tenth., vol. 10. New York: Mc Graw Hill Education, 2014.
- [23] M. Randy, "Desain Alat Bantu Duduk Dokter Bedah Dengan Mekanisme Roda Gigi Cacing," Teknik Mesin, Universitas Pasundan, Bandung, 2022.

- [24] A. S. Wibowo, "Analisis Perhitungan Gaya Mekanis," *Industrial and Mechanical Design Conference*, vol. 5, 2023.
- [25] I. P. Sari, "Evaluasi Penyebab Kegagalan Sucker Rod Pump," Teknik Perminyakan, Universitas Islam Riau, Pekanbaru, 2021.
- [26] S. khristyson, "Analisa Penyebab Terjadinya Keausan Metal Bearing Auxiliary Engine Generator Di Kapal Spob Jeanita," *Teknika*, Politeknik Ilmu Pelayaran, Makassar, 2021.
- [27] R. Masagus S, *Konversi Energi*, Pertama. Cimahi: Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan, 2013.
- [28] R. P. Deno and D. S. Putra, "Pengaruh Perbandingan Penggunaan Roller Racing Dengan Roller Standard Terhadap Daya Dan Torsi Pada Motor Matic," Padang, May 2018.
- [29] W. Indra, "Perbandingan Metode Defuzzifikasi Sistem Kendali Logika Fuzzy Model Mamdani pada Motor Dc," *Indra Waspada Jurnal Masyarakat Informatika*, vol. 2, no. 3, doi: <https://doi.org/10.14710/jmasif.2.3.2645>.
- [30] M. N. Yuski, W. Hadi, and A. Saleh, "Rancang Bangun Jangkar Motor DC (The Rotor of DC Motor Design)," *Berkala Sainstek*, vol. 5, no. 2, pp. 98–105, 2017, doi: <https://doi.org/10.19184/bst.v5i2.5700>.
- [31] P. N. Budi, A. G. Padma, and W. P. Adi, "Analisis Identifikasi Masalah Dengan Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Dan Risk Priority Number (RPN) Pada Sub Assembly Line (Studi Kasus: PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia)," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 12, no. 2, 2017.