

Pengembangan Kursi Transfer dengan Teknologi Aktuator Linear Elektrik untuk Meningkatkan Kualitas Hidup Penyandang Disabilitas

Muhammad Riza, Rahmat Zakaria, Riza Muhida, Indra Surya, Bambang Pratowo, Kunarto, Zein Muhamad, Harjono Saputro, Mulyana

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bandar Lampung, Bandar Lampung, 35143, Indonesia

Email: rahmat.20321011@student.ubl.ac.id

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun kursi transfer bagi penyandang disabilitas dengan memanfaatkan teknologi aktuator linear elektrik. Mengingat jumlah penyandang disabilitas di Indonesia yang cukup tinggi, diperlukan solusi yang aman, efisien, dan nyaman untuk proses transfer, khususnya di lingkungan rumah sakit. Kursi transfer ini diharapkan dapat meningkatkan kenyamanan dan keselamatan selama proses perpindahan serta meminimalkan risiko cedera bagi pasien maupun tenaga medis. Sistem penggerak yang digunakan adalah aktuator linear elektrik yang memungkinkan penyesuaian posisi kursi secara presisi, menjadikan kursi ini sebagai solusi inovatif di bidang pelayanan kesehatan.

Kata kunci : kursi transfer, aktuator linear, disabilitas, keselamatan pasien, kesehatan.

1 Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara dengan populasi terbesar di dunia, mencapai lebih dari 275 juta jiwa. Keberagaman sosial, budaya, dan kebutuhan khusus menjadi bagian integral dari masyarakat Indonesia, termasuk di antaranya penyandang disabilitas. Data tahun 2021 menunjukkan bahwa sekitar 22,5 juta jiwa atau 5% dari populasi Indonesia adalah penyandang disabilitas. Kebutuhan akan alat bantu yang aman, efisien, dan nyaman dalam proses transfer pasien, khususnya di fasilitas kesehatan, semakin mendesak seiring dengan meningkatnya jumlah penyandang disabilitas di tanah air.

Saat ini, proses pemindahan pasien dengan keterbatasan mobilitas sering kali menghadapi berbagai kendala, mulai dari kurangnya alat bantu yang tepat hingga risiko cedera bagi pasien dan tenaga medis. Kursi transfer yang ada belum sepenuhnya memenuhi kebutuhan ini karena terbatasnya fleksibilitas penyesuaian posisi dan sudut duduk yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan spesifik pasien. Penggunaan

teknologi aktuator linear elektrik hadir sebagai solusi yang menjanjikan dalam pengembangan kursi transfer pasien yang lebih efektif, aman, dan nyaman.

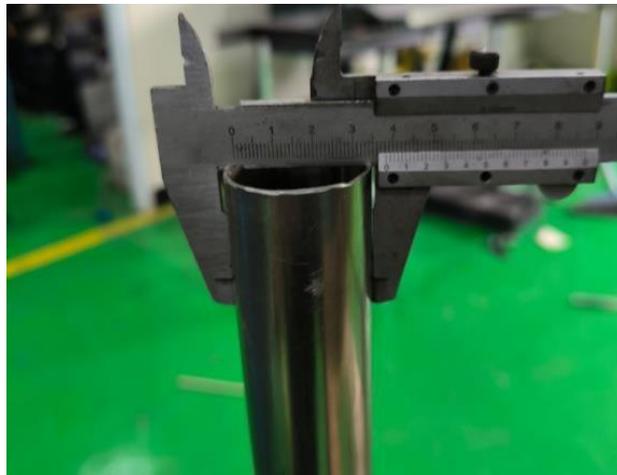
Dalam penelitian ini, dikembangkan kursi transfer berbasis aktuator linear elektrik yang dapat memberikan kemudahan dalam pengaturan posisi kursi secara presisi. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan kenyamanan dan keselamatan selama proses transfer pasien, serta mengurangi beban fisik pada tenaga medis atau caregiver. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam bidang perawatan kesehatan dengan menyediakan solusi inovatif bagi penyandang disabilitas dan memperbaiki kualitas layanan kesehatan di Indonesia.

2 Material dan Metode Penelitian

2.1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan sebagai berikut : Mesin bubut, mesin gerinda duduk, mesin gerinda tangan, mesin las SMAW, mesin bor duduk, spray gun, mesin pemotong laser, mesin pemotong plasma, dan printer 3D.

Bahan yang digunakan sebagai berikut : Pipa besi seamless stainless 45×40×2.5 mm, pipa besi seamless, aktuator linear elektrik, baterai lithium, step-up converter, charger baterai, roda heavy-duty, grip kursi, komponen dari printer 3D (bush dan selongsong), engsel kursi, multipleks, plat logam tebal, busa kursi, kulit kursi, tombol on-off, dan remote control.



Gambar 1. Pipa Besi Seamless Stainless 45×40×2.5 mm.

Pipa besi seamless stainless ini digunakan sebagai bahan utama rangka kursi transfer. Material stainless steel dipilih karena memiliki ketahanan terhadap korosi yang baik dan daya tahan yang tinggi, sehingga mampu menahan beban dan mendukung stabilitas

kursi. Ukuran 45×40×2.5 mm dipilih untuk memastikan kekuatan struktural yang optimal, sekaligus menjaga keseimbangan antara kekuatan dan berat rangka kursi.

2.2. Metode

Perancangan Desain Kursi Transfer

Perancangan kursi transfer dimulai dengan analisis kebutuhan pengguna, khususnya penyandang disabilitas yang membutuhkan kursi dengan penyesuaian posisi yang presisi. Desain awal dilakukan menggunakan perangkat lunak CAD (SolidWorks) untuk memastikan kursi dapat disesuaikan dengan kebutuhan pasien. Proses desain ini mempertimbangkan aspek ergonomi dan keamanan.

Pemodelan dan Simulasi

Setelah desain selesai, dilakukan pemodelan 3D dan simulasi dengan menggunakan perangkat lunak SolidWorks untuk menguji kekuatan struktural kursi serta kinerja sistem aktuator linear. Simulasi ini penting untuk mengidentifikasi potensi masalah dan mengoptimalkan desain sebelum memasuki tahap pembuatan prototipe.

Prototipe dan Perakitan

Prototipe kursi transfer dibuat berdasarkan desain yang telah dikembangkan. Proses perakitan melibatkan pemotongan, pengelasan, dan perakitan komponen-komponen utama seperti rangka, aktuator linear, dan sistem penggerak. Seluruh proses fabrikasi dilakukan di Laboratorium Pusat Studi Mekatronika, Universitas Bandar Lampung.

Pengujian Kinerja Kursi Transfer

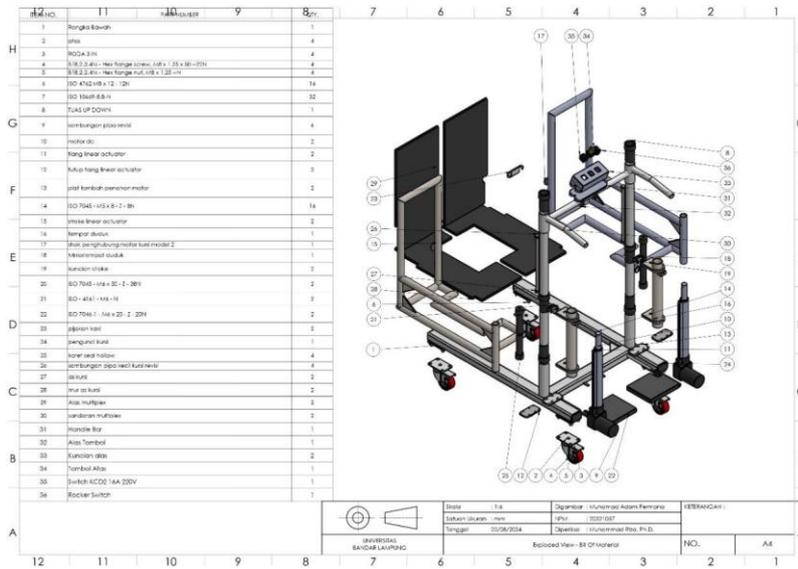
Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kinerja kursi transfer dalam mengangkat dan menurunkan beban pasien dengan variasi berat (50 kg, 60 kg, 70 kg, 80 kg, 90 kg, dan 100 kg). Parameter yang diuji meliputi waktu yang dibutuhkan untuk mengangkat dan menurunkan pasien serta kapasitas torsi aktuator linear. Hasil pengujian dianalisis untuk menilai efisiensi, keamanan, dan kenyamanan kursi.

2.3. Rencana Desain

Desain kursi transfer ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan pasien dengan disabilitas, khususnya dalam hal penyesuaian posisi yang presisi dan kemudahan penggunaan. Desain ini melibatkan penggunaan aktuator linear elektrik yang memungkinkan perubahan ketinggian dan sudut kursi, memberikan kenyamanan dan stabilitas selama proses transfer pasien. Struktur utama kursi dibuat dari pipa besi seamless stainless yang memberikan kekuatan dan ketahanan terhadap korosi, menjadikan kursi ini tidak hanya kokoh tetapi juga tahan lama.

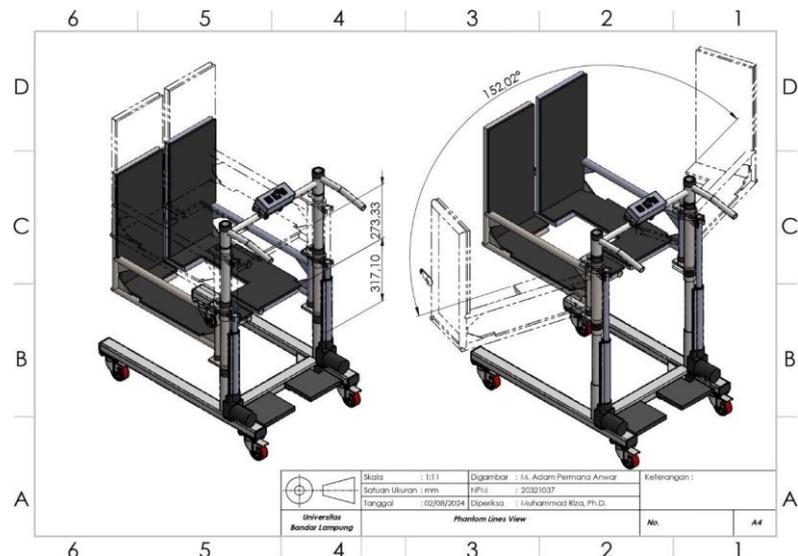
Desain kursi transfer dikembangkan melalui beberapa tahapan, mulai dari pembuatan model digital, simulasi, hingga pembuatan prototipe. Pemodelan dilakukan menggunakan perangkat lunak CAD (SolidWorks), yang memudahkan visualisasi dan penyesuaian struktur sesuai spesifikasi teknis yang diinginkan. Setelah desain

dikonfirmasi melalui simulasi untuk memastikan stabilitas dan keamanannya, design Kursi Transfer Disabilitas dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2. Tampilan Exploded View Desain Kursi Transfer.

Tampilan exploded view ini memperlihatkan susunan komponen-komponen kursi transfer, termasuk aktuator linear, rangka utama, roda, dan kursi itu sendiri. Setiap bagian disusun dengan hati-hati untuk memudahkan proses perakitan dan pemeliharaan, serta memastikan kestabilan dan keamanan saat kursi digunakan.



Gambar 3. Tampilan Phantom Lines dari Kursi Transfer.

Tampilan phantom lines ini menunjukkan garis-garis struktural utama kursi transfer, memungkinkan visualisasi alur mekanisme yang tersembunyi di dalam struktur kursi. Gambar ini penting untuk memahami distribusi beban dan kestabilan dari keseluruhan desain.

2.4. Proses Fabrikasi

Proses fabrikasi kursi transfer berbasis aktuator linear elektrik ini dilakukan melalui beberapa tahapan untuk memastikan kualitas dan ketahanan produk akhir. Proses ini dimulai dengan pemotongan dan permesinan komponen, diikuti dengan perakitan, penyambungan, dan penyelesaian akhir. Tahapan-tahapan fabrikasi yang dilakukan adalah sebagai berikut:

Pemotongan dan Permesinan

Bahan baku utama, seperti pipa besi seamless stainless, dipotong sesuai dengan ukuran yang dirancang menggunakan mesin pemotong laser dan plasma. Proses pemesisinan dilakukan untuk memastikan setiap komponen memiliki dimensi dan bentuk yang presisi, termasuk pembubutan dan pengeboran untuk menciptakan lubang pemasangan yang akurat.

Proses Pembengkokan (Bending)

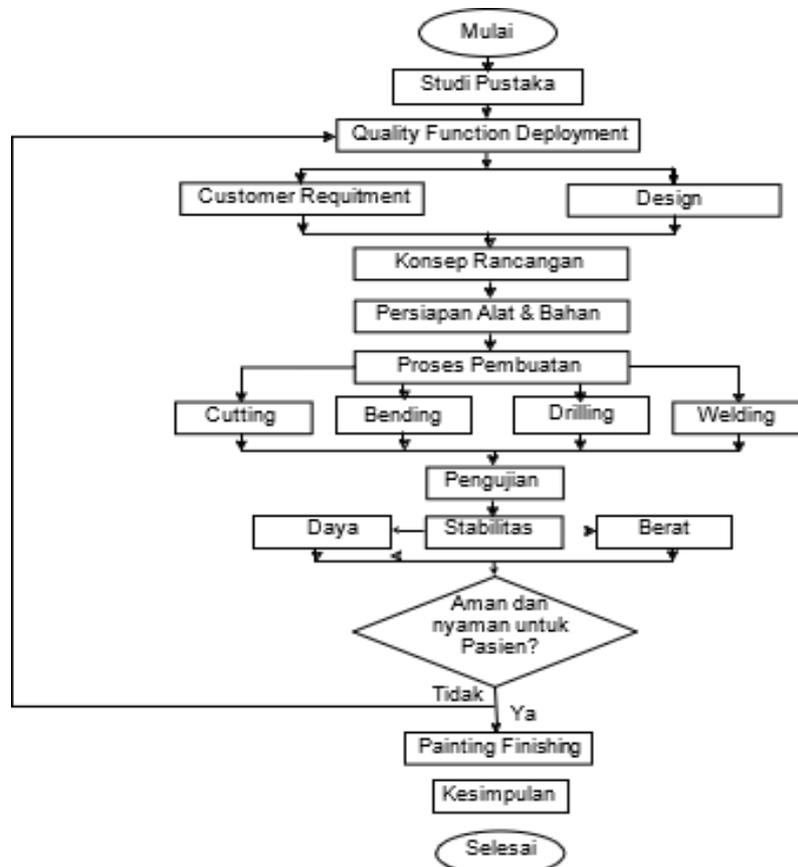
Proses pembengkokan dilakukan pada beberapa komponen rangka menggunakan mesin bending untuk membentuk struktur kursi sesuai desain. Langkah ini penting untuk menambah kekuatan struktural kursi serta meningkatkan kestabilan keseluruhan.

Proses Penyambungan

Setiap komponen kursi disambung menggunakan mesin las argon (TIG welding), yang memberikan hasil pengelasan yang rapi dan kuat, terutama untuk material stainless steel. Proses ini memastikan seluruh komponen terhubung dengan kuat untuk menahan beban pasien selama pemindahan.

Proses Finishing

Setelah penyambungan selesai, kursi melalui proses finishing, termasuk pembersihan lasan, penghalusan permukaan, dan pelapisan cat menggunakan powder coating. Langkah ini memberikan perlindungan terhadap korosi dan menghasilkan tampilan akhir yang estetik.



Gambar 4. Diagram Alir Proses Fabrikasi Kursi Transfer

2.5. Perhitungan Daya Baterai

Tabel 1 Spesifikasi Baterai

Spesifikasi	
Jenis Baterai	Li – ion 18650 Series
Jenis Pengaman	BMS 3S 15A
Tegangan	24 Volt
Kapasitas	12000 mAh / 12 Ah
Efisiensi	20%

Pada kursi transfer ini, digunakan baterai lithium dengan kapasitas 12.000 mAh dan tegangan 24V untuk mendukung daya aktuator linear elektrik. Perhitungan daya baterai dilakukan sebagai berikut:

$$I = \frac{p}{v} \quad (1)$$

Dengan asumsi daya aktuator sebesar 40W dan tegangan 24V, maka arus yang dibutuhkan adalah:

$$I = \frac{40W}{24V} = 1,666A$$

Waktu penggunaan baterai dihitung berdasarkan kapasitas baterai dan arus yang dibutuhkan, menggunakan rumus:

$$\text{Waktu Pemakaian} = \frac{\text{kapasitas baterai}}{\text{kuat arus}} \quad (2)$$

Dengan kapasitas baterai 12 Ah, maka waktu penggunaan ideal adalah:

$$\text{Waktu Pemakaian} = \frac{12ah}{1,666A} = 7,2 \text{ jam}$$

Dengan asumsi efisiensi baterai sebesar 80%, waktu penggunaan efektif menjadi:

$$T_{\text{efisien}} = 7,2 \text{ jam} \times 0,8 = 5,67 \text{ jam} \approx 5 \text{ jam } 45 \text{ menit} \quad (3)$$

2.6. Perhitungan Charger Pengisian

Tabel 2 Spesifikasi Adapter

Spesifikasi	
Model	120W
Input Tegangan	110V – 240V AC
Frekuensi Input	50 – 60Hz
Arus Maksimal Input	1.3A
Output Tegangan	12V/15V/18V/19V/20V/24V DC
Arus Maksimal Output	4A

Proses pengisian baterai menggunakan adaptor dengan spesifikasi output arus 4A pada tegangan 24V. Berikut adalah perhitungan waktu pengisian:

$$I = \frac{\text{kapasitas baterai}}{\text{lama waktu yang diperlukan}} \quad (4)$$

Dengan kapasitas 12 Ah dan target pengisian 3 jam, arus pengisian yang diperlukan adalah:

$$I = \frac{12Ah}{3jam} = 4A$$

Daya pengisian dihitung berdasarkan tegangan dan arus pengisian:

$$P = v \times I \quad (5)$$

Dengan tegangan 24V dan arus 4A, maka daya yang digunakan selama pengisian adalah:

$$p = 24V \times 4A = 96W$$

Dengan asumsi efisiensi pengisian baterai sebesar 80%, daya efektif pengisian menjadi sekitar:

$$P_{\text{efisien}} = 96W \times 0.8 = 76,8W \quad (6)$$

Maka waktu yang diperlukan dalam sekali pengisian baterai dari 80% adalah 3jam dengan konsumsi daya sebesar 76,8W

2.7. Desain aktuator

Desain aktuator pada kursi transfer ini dirancang untuk memberikan gerakan yang halus dan presisi, memungkinkan penyesuaian ketinggian dan kemiringan kursi sesuai kebutuhan pasien. Aktuator linear elektrik digunakan sebagai komponen utama untuk menggerakkan kursi secara vertikal, memudahkan proses perpindahan pasien dengan disabilitas dari satu posisi ke posisi lain secara aman dan nyaman. Teknologi aktuator ini memungkinkan pengaturan posisi kursi secara otomatis melalui kontrol elektronik, yang dapat dioperasikan menggunakan tombol atau remote control.

Dalam merancang sistem ini, aspek ergonomis menjadi perhatian utama untuk memastikan kenyamanan pasien selama perpindahan. Pemilihan aktuator linear berbasis motor DC juga mempertimbangkan kebutuhan daya yang efisien namun tetap memberikan kekuatan yang cukup untuk menopang beban hingga 100 kg. Desain ini tidak hanya memberikan fleksibilitas dalam pengaturan posisi kursi tetapi juga meningkatkan keselamatan dan mengurangi risiko cedera bagi tenaga medis selama proses perpindahan pasien. Dengan demikian, kursi transfer ini diharapkan mampu menghadirkan solusi inovatif di bidang perawatan kesehatan untuk mendukung mobilitas pasien dengan keterbatasan fisik.



Gambar 5. Mekanisme Kerja Aktuator Linear pada Kursi Transfer

Gambar ini menunjukkan mekanisme kerja aktuator linear yang digunakan untuk menggerakkan kursi transfer. Mekanisme ini terdiri dari motor DC yang menggerakkan drive screw, menghasilkan gerakan linear pada batang aktuator. Sistem ini memungkinkan pengaturan posisi kursi secara vertikal dengan presisi tinggi, memberikan kenyamanan dan stabilitas bagi pasien selama proses transfer. Aktuator dapat memperpanjang atau menarik batang sesuai kebutuhan, yang dioperasikan melalui sistem kontrol elektronik.

3 Hasil dan Pembahasan

Pada tahap ini, pengujian kursi transfer dilakukan untuk mengevaluasi kinerja aktuator linear dalam mendukung perpindahan pasien dengan berbagai variasi berat. Uji kinerja meliputi pengukuran waktu untuk mengangkat dan menurunkan beban pasien dengan berat mulai dari 50 kg hingga 100 kg. Selain itu, kapasitas torsi aktuator linear juga diuji untuk memastikan kekuatan dan stabilitas selama penggunaan.

3.1. Pengujian Waktu Naik dan Turun Berdasarkan Berat Pasien

Hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu yang diperlukan untuk mengangkat dan menurunkan kursi meningkat seiring bertambahnya beban. Pada beban 50 kg, waktu rata-rata untuk menaikkan kursi adalah 23,92 detik, sedangkan waktu untuk menurunkan adalah 17,80 detik. Untuk beban maksimal 100 kg, waktu naik tercatat

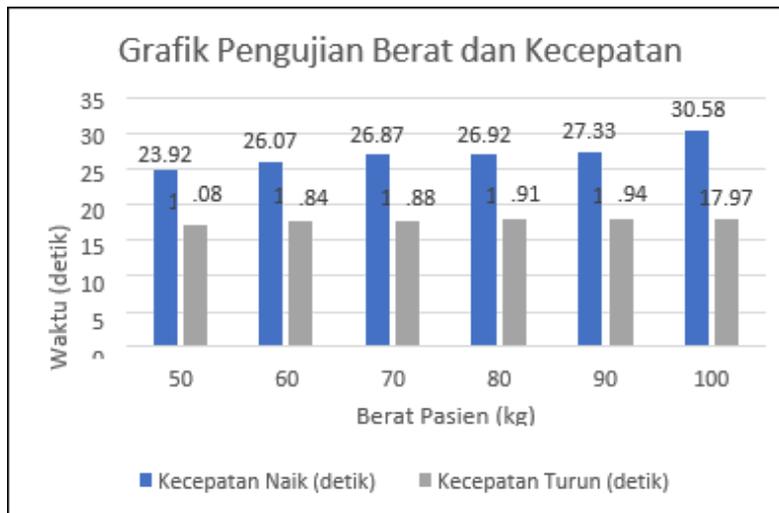
30,58 detik dan waktu turun 17,97 detik. Perbedaan waktu ini disebabkan oleh perubahan torsi yang dibutuhkan saat beban bertambah. Analisis ini menunjukkan bahwa sistem aktuator linear mampu menangani variasi berat dengan performa yang stabil, walaupun terjadi peningkatan waktu pada beban yang lebih tinggi.

Tabel 3 Berat, Kecepatan dan Daya Pada Linear Kursi

NO	Beban Pasien (Kg)	Jarak Ketinggian Pengujian Stroke 30cm	
		Waktu Naik (Detik)	Waktu Turun (Detik)
1	50	23.92	17.80
2	60	26.07	17.84
3	70	26.87	17.88
4	80	26.92	17.91
5	90	27.33	17.94
6	100	30.58	17.97

3.2. Analisis dan Pembahasan Grafik Waktu Terhadap Berat

Berdasarkan grafik waktu terhadap berat *actuator linier* menggunakan beban 50 kg dengan jarak naik turun stroke linear = 30cm, saat proses pengujian naik mendapatkan waktu 23.92 detik, dan turun mendapatkan waktu 17.80 detik. Sedangkan pada beban 100 kg, saat pengujian *actuator linier* naik mendapatkan kecepatan 30.58 detik, dan turun mendapatkan kecepatan 17.97 detik. Setelah disimpulkan bahwa beban 50 kg memiliki waktu lebih cepat saat naik dari pada kinerja turun dari beban 100 Kg.



Gambar 6 Grafik waktu terhadap jarak pada variasi beban.

3.3. Analisis Efisiensi Energi dan Kapasitas Daya

Pengujian terhadap konsumsi daya menunjukkan bahwa kursi transfer ini memiliki efisiensi energi yang baik. Berdasarkan kapasitas baterai yang digunakan, waktu pengoperasian optimal diperkirakan mencapai 5 jam 45 menit dengan beban penuh. Pengujian ini menegaskan bahwa sistem aktuator tidak hanya cukup kuat untuk mengangkat beban maksimum tetapi juga hemat energi, yang sangat penting dalam aplikasi kesehatan untuk penggunaan jangka panjang.

Secara keseluruhan, kursi transfer ini memberikan kinerja yang efisien dan stabil untuk mendukung perpindahan pasien dengan aman. Hasil uji menunjukkan bahwa penggunaan aktuator linear memberikan kemudahan dalam penyesuaian posisi kursi, memungkinkan tenaga medis atau caregiver untuk mengoperasikan kursi tanpa kesulitan berarti. Sistem ini juga meningkatkan kenyamanan pasien karena memungkinkan penyesuaian posisi secara presisi, mengurangi risiko cedera selama proses perpindahan. Temuan ini mengindikasikan bahwa kursi transfer berbasis aktuator linear elektrik ini merupakan solusi yang inovatif dan layak diterapkan dalam fasilitas kesehatan.

4 Kesimpulan

Berikan Penelitian ini berhasil merancang dan mengembangkan kursi transfer untuk penyandang disabilitas menggunakan teknologi aktuator linear elektrik. Berdasarkan hasil pengujian, kursi transfer ini mampu mendukung perpindahan pasien dengan berbagai variasi berat hingga 100 kg, dengan waktu pengangkatan dan penurunan yang stabil. Penggunaan aktuator linear elektrik memungkinkan pengaturan posisi kursi secara presisi, meningkatkan kenyamanan dan keselamatan pasien selama proses perpindahan.

Selain itu, efisiensi energi dari sistem ini terbukti memadai untuk penggunaan jangka panjang di fasilitas kesehatan, dengan waktu pengoperasian optimal hingga 5 jam 45 menit. Kursi transfer ini menawarkan solusi inovatif dan praktis bagi tenaga medis, sekaligus mengurangi risiko cedera pada pasien dan caregiver. Dengan demikian, kursi transfer berbasis aktuator linear elektrik ini layak diterapkan di lingkungan perawatan kesehatan untuk meningkatkan kualitas layanan bagi pasien dengan keterbatasan mobilitas.

References

1. A. Zainuri, *Elemen Mesin II*, Mataram: Universitas Mataram, 2010.
2. I. M. L. Batan, "Pengembangan Kursi Roda sebagai Upaya Peningkatan Ruang Gerak Penderita Cacat Kaki," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 8, no. 2, pp. 97-105, 2006.
3. R. Febritasari, "Analisis Pengujian Performa Kursi Roda Transfer Multi Fungsi Otomatis," *Jurnal Mesin Material Manufaktur dan Energi (JMMME)*, vol. 12, no. 1, pp. 15-22, 2023.
4. T. B. Sampurno, "Analisis Kekuatan Sistem Aktuator Linear DC pada Alat Pengangkat Pasien," *Jurnal Ilmiah Teknik dan Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 2, pp. 43-47, 2023.
5. W. Yudiantyo, "Perancangan Fasilitas Penunjang untuk Pemindahan Pasien dari/ke Kursi Roda ke/dari Tempat Tidur Melalui Pendekatan Ergonomi," *Journal of Integrated System (JIS)*, vol. 6, no. 2, pp. 210-225, 2023.
6. J. M. Roberge, "Selection of Actuators for Motion Control Applications," *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 43, no. 1, pp. 37-45, Feb. 1996. doi: 10.1109/41.481403.
7. M. A. Riviere, "A New Design of Powered Wheelchair for Enhanced Mobility in Urban Environments," in *Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation*, San Francisco, CA, USA, 2000, pp. 100-105. doi: 10.1109/ROBOT.2000.844029.
8. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, "Profil Kesehatan Indonesia 2021," Jakarta: Kemenkes RI, 2022.
9. D. G. Caldwell and N. Tsagarakis, "Design and Control of a Pneumatic Muscle Actuated Manipulator," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, vol. 33, no. 6, pp. 130-137, Jan. 2003.
10. M. I. Santos and M. M. Gaspar, "Healthcare Applications of Actuators in Assistive Devices," *International Journal of Advanced Robotic Systems*, vol. 15, no. 5, pp. 223-230, 2018.