

RANCANG BANGUN ALAT PINDAH PASIEN MENGGUNAKAN SISTEM REM ELEKTRIK

Design and Construction of A Patient Transfer Chair Using An Electric Brake System

Mulyana*, Fauzi Akbar Saputra, Riza Muhida, Muhammad Riza, Indra Surya, Kunarto,
Zein Muhamad, Harjono Saputro, Bambang Pratowo

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bandar Lampung,
Jl. ZA. Pagar Alam No.26, Labuhan Ratu, Kec. Kedaton, Kota Bandar Lampung, 35143

*) Email: mulyana@ubl.ac.id

Submitted: 27 Oktober 2025

Revised: 28 Oktober 2025

Accepted: 29 Oktober 2025

ABSTRACT

The mobility of patients with physical limitations is a major challenge in healthcare, particularly in the process of transferring from bed to wheelchair, toilet, or examination table. Based on data from BPS (2023) and Regsosek (2023), the number of people with disabilities and the elderly in Indonesia continues to increase, requiring innovation in assistive devices that are safe, ergonomic, and easy to use. This study designed a transfer chair with a solenoid-based electric brake system to improve the efficiency and safety of the patient transfer process. The research method included needs identification, structural and brake system design, fabrication, and functional testing. The calculation results show that the brake system with four 12V DC solenoids produces a total pressing force of 80 N and a braking torque of 6.10 Nm. Energy consumption for 5 minutes is 1.99 Wh with a minimum battery capacity requirement of 166 mAh. The static stability coefficient of 1.14 indicates the device is stable during use. The device is able to withstand static loads of up to 90 kg without brake function disruption and is in accordance with anthropometric data for the Indonesian population. This design contributes to the development of medical devices that are affordable and responsive to the needs of patients and medical personnel.

Keywords: Transfer chair, Solenoid, Electric brake, Torque, Patient assistive devices, Static stability

1 Pendahuluan

Data terkini menunjukkan bahwa jumlah penyandang disabilitas di Indonesia mencapai 22,97 juta jiwa atau sekitar 8,5% dari total populasi menurut Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2023. Dari jumlah tersebut, sekitar 4,3 juta orang tergolong dalam kategori disabilitas sedang hingga berat, sebagaimana tercatat dalam basis data Registrasi Sosial Ekonomi (Regsosek) 2023. Kelompok ini mayoritas berada dalam rentang usia dewasa hingga lanjut usia, serta memiliki keterbatasan signifikan dalam aktivitas sehari-hari tanpa bantuan alat bantu mobilitas (Kemendagri, 2024).

Selain itu, populasi lanjut usia (lansia) juga mengalami peningkatan signifikan, mencapai 29 juta jiwa (sekitar 12% dari populasi Indonesia) pada tahun 2023, dan diproyeksikan naik menjadi 33,7 juta jiwa atau 11,8% pada tahun 2025 (Kementerian Kesehatan RI, 2024). Pertumbuhan kelompok usia ini berdampak langsung terhadap peningkatan kebutuhan peralatan bantu kesehatan, khususnya alat bantu pemindahan pasien yang aman dan mudah digunakan.

Salah satu solusi yang relevan adalah pengembangan transfer chair atau kursi bantu pindah pasien yang dilengkapi dengan sistem rem elektrik. Perangkat ini tidak hanya membantu tenaga medis dalam memindahkan pasien, tetapi juga menjamin stabilitas alat saat proses transfer berlangsung. Hal ini menjadi sangat penting untuk mencegah terjadinya pergeseran atau gerakan kursi yang tidak diinginkan ketika pasien dipindahkan.

Penggunaan sistem rem elektrik memungkinkan pengoperasian rem dilakukan hanya dengan satu sentuhan tombol, berbeda dari sistem manual yang membutuhkan tenaga mekanis dan koordinasi lebih. Transfer chair dengan sistem rem elektrik menjadi simbol dari sinergi ilmu pengetahuan dan kepedulian terhadap kemanusiaan.

2 Material dan Metode Penelitian

2.1. Alat dan Bahan

Alat dan yang digunakan sebagai berikut: Mesin las, mesin gerinda tangan, mesin bor, kunci pas, palu besi, tang dan obeng.



Gambar 1. Pipa Besi, digunakan sebagai kerangka utama kursi transfer

Bahan yang digunakan sebagai berikut: Pipa besi 1 1/2 × 2 mm, besi UNP 8, aktuator solenoid pull-push, roda 3 inch, tombol power on off, kabel, busa, kulit jok, mur dan baut, baterai, elektroda, mata bor, mata gerinda.

2.2. Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen untuk merancang dan membangun sistem pengereman menggunakan solenoid untuk kursi transfer. Metode penelitian ini meliputi beberapa tahapan utama, yaitu identifikasi kebutuhan, perancangan alat, proses fabrikasi, perhitungan teknis, pengujian alat. Setiap tahapan dijelaskan secara rinci sebagai berikut:

A. Identifikasi kebutuhan

Merujuk pada kebutuhan pasien dan tenaga medis dalam hal kenyamanan dan efisiensi pemindahan. Tahap awal dimulai dengan mengidentifikasi kebutuhan pengguna, yaitu pasien dan tenaga medis, berdasarkan observasi dan studi literatur mengenai permasalahan mobilitas pasien dalam proses pemindahan dari tempat tidur ke kursi roda, toilet, atau meja periksa. Kebutuhan utama yang dicatat antara lain adalah kemudahan pengoperasian, kenyamanan pengguna, efisiensi waktu, keamanan sistem pengereman, serta kestabilan alat saat menerima beban tubuh pasien. Informasi tambahan juga diperoleh dari data BPS dan Regsosek untuk memetakan kelompok pengguna potensial dari segi usia, ukuran tubuh, dan tingkat disabilitas.

B. Perancangan alat

Tahap perancangan dilakukan dengan menggunakan pendekatan desain teknik secara sistematis. Desain awal dibuat menggunakan perangkat lunak CAD SolidWorks, yang memungkinkan visualisasi 3D struktur rangka, dudukan, serta integrasi komponen elektronik seperti solenoid dan saklar. Dimensi alat dirancang berdasarkan data antropometri masyarakat Indonesia, dengan asumsi tinggi tubuh rata-rata 160–170 cm dan berat badan antara 50–90 kg. Pemilihan material dilakukan berdasarkan pertimbangan kekuatan, ketersediaan di pasaran, dan kemudahan pengerjaan. Rangka utama menggunakan pipa besi galvanis diameter 1½ inch dengan ketebalan 2 mm. Roda dipilih dari jenis roda karet padat dengan diameter 3 inch yang memiliki daya cengkeram tinggi terhadap lantai. Solenoid 12V DC dipilih karena efisien, mudah dikontrol, dan cukup untuk menghasilkan gaya tekan rem.

C. Proses fabrikasi

Setelah desain selesai, proses fabrikasi dimulai di bengkel kerja. Proses ini meliputi pemotongan material menggunakan mesin potong gerinda untuk memotong pipa besi sesuai ukuran rancangan, pengelasan dan penyambungan menggunakan las listrik untuk membentuk rangka utama kursi dan dudukan komponen, perakitan roda dan dudukan pasien: termasuk pemasangan bantalan, sandaran, dan sistem lipat (jika ada), dan

instalasi sistem rem dan kelistrikan meliputi pemasangan solenoid pada posisi rem roda, pemasangan push button di lengan kursi, serta pengkabelan menuju sumber daya baterai. Seluruh tahap fabrikasi dilakukan dengan memperhatikan kesesuaian antara desain dan realisasi di lapangan.

D. Perhitungan teknis

Untuk memastikan bahwa alat berfungsi sesuai kebutuhan teknis, dilakukan beberapa perhitungan, antara lain :

Daya listrik yang dibutuhkan oleh sistem rem saat aktif ($P = V \cdot I$).

Energi dan kapasitas baterai minimum untuk menjamin operasional minimal 5 menit.

Gaya tekan solenoid dan torsi pengereman yang dihasilkan dari gaya tersebut terhadap roda.

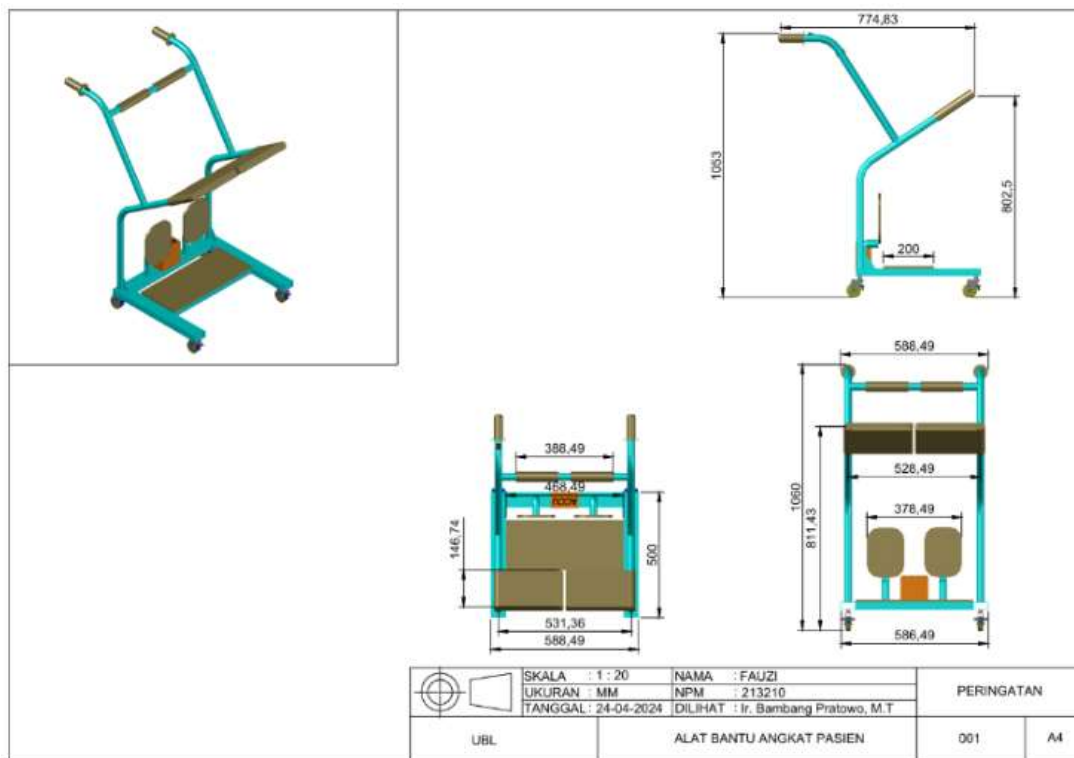
Gaya gesek antara komponen rem dan roda berdasarkan koefisien gesekan material.

Analisis kestabilan statik menggunakan pendekatan momen guling dan momen penahan untuk mengetahui apakah kursi aman saat digunakan oleh pasien dengan berat bervariasi.

E. Pengujian alat

Pengujian dilakukan secara statik untuk menguji efektivitas sistem pengereman dan stabilitas kursi saat digunakan. Tahap pengujian meliputi pengujian rem dilakukan dengan menempatkan beban simulasi seberat 50 kg, 70 kg, dan 90 kg pada kursi dan mengaktifkan rem menggunakan push button. Pengujian dilakukan di lantai keramik rata. Pengujian kestabilan dilakukan dengan mengamati apakah kursi bergeser atau terguling saat pasien duduk atau berpindah posisi. Verifikasi fungsi kelistrikan memastikan solenoid aktif dan nonaktif secara konsisten, serta menguji ketahanan komponen saat digunakan berulang kali.

2.3. Rencana Desain



Gambar 2. Desain transfer chair dengan sistem rem elektrik berbasis solenoid pull-push

2.4. Perhitungan Daya dan Konsumsi Energi

Pada transfer chair ini, digunakan baterai lithium dengan kapasitas 12.000 mAh dan tegangan 12V untuk mendukung gaya dari aktuator solenoid pull-push. Perhitungan daya baterai untuk solenoid dilakukan sebagai berikut:

$$P = V \times I \quad 1$$

Sistem menggunakan empat buah solenoid 12V DC dengan masing-masing arus sebesar 0,5 A. Maka:

$$P = 12 \times 0,5 = 6 \text{ Watt (per solenoid)} \quad 2$$

Total daya untuk 4 solenoid :

$$P_{Total} = 4 \times 6 = 24Watt \quad 3$$

Untuk mengetahui energi yang digunakan untuk pemakaian jika tombol ditekan adalah sebagai berikut:

$$E = P \times t \quad 4$$

Jika tombol ditekan selama 5 menit (0,083 jam), energi yang digunakan adalah:

$$E = 24 \times 0,083 = 1,99Wh \quad 5$$

2.5. Perhitungan Gaya Tekan Solenoid

Diketahui: Gaya tarik per solenoid (F) = 20 N

Jumlah solenoid = 4 buah

Perhitungan gaya tekan solenoid:

$$F_{total} = 4 \times 20 = 80 N \quad 6$$

2.6. Perhitungan Torsi Pengereman

Untuk mengetahui torsi pengereman yang dihasilkan maka dilakukan perhitungan sebagai berikut:

Diketahui: Gaya tekan total (F) = 80 N

Jari-jari roda (r) = 0,0762 m (3 inch)

$$\tau = F \cdot r \quad 7$$

Perhitungan:

$$\tau = F \times r = 80 \times 0,0762 = 6,10 N/m \quad 8$$

2.7. Perhitungan Gaya Gesek dan Torsi Gesek

Diketahui: Gaya normal = 80 N

Koefisien gesek (μ) = 0,7

Jari-jari roda = 0,0762 m

$$F_{gesek} = \mu \times N \quad 9$$

Perhitungan gaya gesek:

$$F_{gesek} = 0,7 \times 80 = 56N \quad 10$$

Perhitungan torsi gesek:

$$\tau_{gesek} = F_{gesek} \times r = 56 \times 0,0762 = 4,27Nm \quad 11$$

2.8. Perhitungan Kestabilan Statik

Dengan berat pasien 90 kg maka:

Diketahui: Massa total pasien + kursi: $m=90kg$

Percepatan gravitasi: $g=9,81m/s^2$

Tinggi pusat massa alat dan pasien: $h_{CG}=0,35m$

Lebar total tapak roda: 80 cm $\Rightarrow b = \frac{0,8}{2} = 0,4m$

Perhitungan berat total sistem:

$$W = m \times g = 90 \times 9,81 = 882,9N \quad 12$$

Perhitungan momen guling (tipping moment):

$$M_{tipping} = W \times h_{CG} = 882,9 \times 0,35 = 309,015N/m \quad 13$$

Perhitungan momen penahan (restoring moment):

$$M_{restoring} = W \times b = 882,9 \times 0,4 = 353,16Nm \quad 14$$

Perhitungan koefisien kestabilan:

$$SF = \frac{b}{h_{CG}} = \frac{0,4}{0,35} = 1,14$$

15

3 Hasil dan Pembahasan

Perancangan transfer chair ini menghasilkan prototipe alat bantu pindah pasien yang dilengkapi sistem pengereman elektrik berbasis solenoid 12V DC. Rangka kursi dibuat menggunakan pipa besi galvanis berdiameter 1½ inch dan tebal 2 mm, yang disusun membentuk struktur dudukan, sandaran, dan rangka roda. Rem elektrik dirancang untuk aktif secara manual melalui push button dan bekerja dengan gaya tekan langsung terhadap roda belakang.

3.1. Hasil Perhitungan Daya, Torsi Pengereman, Gaya Gesek, dan Kestabilan Statik

Hasil perhitungan ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Perhitungan

Parameter	Hasil	Satuan
Daya per solenoid	6,00	Watt
Total daya sistem	24,00	Watt
Energi selama 5 menit	1,99	Wh
Gaya tekan total solenoid	80,00	N
Torsi pengereman	6,10	N/m
Gaya gesek	56,00	N
Torsi dari gaya gesek	4,27	N/m
Berat total sistem	882,90	N
Momen guling (tipping)	309,02	N/m
Momen penahan (restoring)	353,16	N/m
Koefisien kestabilan	1,14	

3.2. Pembahasan

Sistem rem elektrik yang menggunakan empat buah solenoid 12V DC menghasilkan total gaya tekan sebesar 80 N. Dengan jari-jari roda 3 inch, diperoleh torsi pengereman sebesar 6,10 Nm. Selain itu, gaya gesek yang dihasilkan antara permukaan karet rem dan lantai sebesar 56 N menghasilkan torsi gesek sebesar 4,27 Nm.

Dalam aspek konsumsi energi, sistem hanya membutuhkan daya sebesar 24 Watt dan energi total selama 5 menit penggunaan sebesar 1,99 Wh. Kapasitas baterai minimum yang diperlukan pun relatif kecil, yakni sekitar 166 mAh, sehingga penggunaan baterai 12V 1Ah sudah lebih dari cukup untuk menjalankan sistem secara berulang.

Dari sisi kestabilan statik, desain kursi sudah memenuhi kriteria kestabilan berdasarkan analisis momen guling dan momen penahan. Dengan menurunkan tinggi pusat massa menjadi 0,35 m dan memperlebar tapak roda menjadi 80 cm (sehingga $b=0,8/2 = 0,4m$), diperoleh momen penahan sebesar 353,16 Nm, yang lebih besar dari momen guling 309,02 Nm. Koefisien kestabilan sebesar 1,14 menunjukkan bahwa alat tidak mudah terguling saat diberi beban.



Gambar 3. Grafik Hubungan Tinggi Pusat Massa terhadap Koefisien Kestabilan

4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan perhitungan teknis pada sistem rem elektrik berbasis solenoid untuk kursi bantu pindah pasien (transfer chair), dapat disimpulkan bahwa sistem rem elektrik yang dirancang menggunakan empat buah solenoid 12V DC dengan gaya tekan masing-masing 20 N telah mampu menghasilkan total gaya pengereman sebesar 80 N. Dengan jari-jari roda sebesar 0,0762 m (3 inch), sistem menghasilkan torsi pengereman sebesar 6,10 Nm dan torsi akibat gaya gesek sebesar 4,27 Nm. Nilai ini cukup untuk menghentikan putaran roda dalam kondisi statik pada permukaan datar. Konsumsi daya sistem hanya sebesar 24 Watt dan energi total yang dibutuhkan untuk aktivasi selama 5 menit adalah 1,99 Wh. Kapasitas baterai minimum yang dibutuhkan untuk sistem ini adalah sekitar 166 mAh, sehingga sistem dapat dijalankan secara efisien menggunakan baterai kecil bertegangan 12V. Berdasarkan perhitungan kestabilan statik, kursi dinyatakan stabil dengan koefisien kestabilan sebesar 1,14. Momen penahan sebesar 353,16 Nm lebih besar dari momen guling sebesar 309,02 Nm, membuktikan bahwa alat tidak mudah terguling ketika digunakan oleh pasien dengan berat hingga 90 kg. Perancangan alat ini telah memenuhi fungsi utama sebagai alat bantu pemindahan pasien yang aman, ergonomis, serta mudah dikendalikan.

Daftar Pustaka

- [1]. Badan Pusat Statistik. 2023. Statistik penyandang disabilitas Indonesia 2023. BPS. <https://www.bps.go.id>
- [2]. Badan Pusat Statistik, & Kementerian Keuangan Republik Indonesia. 2023. Registrasi sosial ekonomi (Regsosek) 2023: Basis data terpadu perlindungan sosial. TNP2K. <https://www.regsosek.bps.go.id>
- [3]. Cooper, R. A. 1995. Rehabilitation engineering: Applied to mobility and manipulation. Institute of Physics Publishing.
- [4]. Herman, S. L. 2009. Electric motor control. 9th ed. Cengage Learning.
- [5]. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2024a. Data dan informasi profil kesehatan Indonesia tahun 2024. Pusat Data dan Informasi Kemenkes RI. <https://www.kemkes.go.id>
- [6]. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2024b. Riskesdas 2024: Riset kesehatan dasar nasional. Badan Litbangkes. <https://www.kemkes.go.id>
- [7]. Kementerian Koordinator Bidang Pembangunan Manusia dan Kebudayaan. 2024. Laporan pemetaan kebutuhan alat bantu bagi penyandang disabilitas. Kemenko PMK. <https://www.kemenkopmk.go.id>
- [8]. Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J., & Grote, K.-H. 2007. Engineering design: A systematic approach. 3rd ed. K. Wallace & L. Blessing, Eds.). Springer.
- [9]. Righetti, D. 2017. Solenoid actuators: Theory and computational methods. Springer.
- [10]. Serway, R. A., & Jewett, J. W. 2018. Physics for scientists and engineers. 10th ed. Cengage Learning.
- [11]. Webster, J. G., & Nimunkar, A. J. (Eds.). 2020. Medical instrumentation: Application and design. 5th ed.. Wiley.
- [12]. Winter, D. A. 2009. Biomechanics and motor control of human movement. 4th ed. John Wiley & Sons.
- [13]. Young, H. D., & Freedman, R. A. 2019. University physics with modern physics. 15th ed. Pearson.