

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai sistem konversi kursi roda dan tempat tidur telah banyak dilakukan sebelumnya. Penelitian-penelitian ini menjadi dasar penting dalam merancang sistem alat bantu kesehatan yang bertujuan meningkatkan kemandirian pengguna serta meminimalkan resiko cedera saat proses transfer manual. Berikut adalah beberapa penelitian yang relevan diantaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh (Khan, 2025) Dalam jurnal berjudul “*Mechanism Design and Evaluation of a Threaded Rod-Driven Wheelchair-to-Bed Transformation System*”, peneliti membahas sistem transformasi kursi roda menjadi tempat tidur menggunakan mekanisme batang ulir (*threaded rod*) yang digerakkan motor. Sistem ini berfokus pada desain mekanik dan evaluasi kinerja transformasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mekanisme mampu melakukan perubahan konfigurasi secara stabil. Keunggulan penelitian ini terletak pada analisis mekanisme yang detail dan evaluasi performa struktur. Namun, kelemahannya adalah sistem masih berfokus pada mekanisme transformasi saja dan belum terintegrasi dengan sistem penggerak kursi roda elektrik untuk mobilitas mandiri.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh (Vincent Sebastian Wu, 2024) pada jurnal “*Developing A Wheelchair Prototype to Ensure People with Disabilities Can Get To Bed Independently*”, mengembangkan prototipe kursi roda yang dirancang agar pengguna dapat menuju tempat tidur secara mandiri. Penelitian ini menekankan pada peningkatan kemandirian pengguna. Keunggulannya adalah pendekatan desain yang berorientasi pada kebutuhan pengguna (*user-centered design*). Namun, sistem masih dalam tahap prototipe awal dan belum mengoptimalkan konsep integrasi penuh antara fungsi tempat tidur dan kursi roda dalam satu sistem transformasi otomatis yang *compact*.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh (Zhou & Li, 2024) Dalam jurnal “*Concept Design of Home Care Wheelchair Bed for Severaily Disabled Elderly*”, peneliti berfokus pada perancangan konseptual kursi roda yang dapat difungsikan sebagai tempat tidur untuk perawatan di rumah. Keunggulannya adalah desain yang

mempertimbangkan aspek ergonomi dan kenyamanan lansia. Namun, penelitian ini masih bersifat konseptual dan belum diwujudkan dalam bentuk rancang bangun *prototype* yang teruji secara nyata.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh (Yuslistyari & Shofa, 2021) Dalam jurnal “Rancangan Tempat Tidur Kursi Roda Ergonomis”, peneliti menekankan pada aspek ergonomi dan modifikasi desain tempat tidur agar dapat difungsikan sebagai kursi roda. Keunggulannya adalah peningkatan kenyamanan dan postur pengguna. Namun, sistem yang dikembangkan masih bersifat manual dan belum menggunakan sistem otomatis berbasis aktuator elektrik.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh (Wijaya et al., 2025) Dalam jurnal “*Flexi-Bed: Kursi Roda Multifungsi Dengan Transformasi Tempat Tidur Untuk Lansia Yang Tinggal Mandiri*”, Peneliti menggunakan aktuator linear digunakan sebagai penggerak utama untuk mengubah konfigurasi kursi roda dari posisi duduk menjadi posisi tidur secara bertahap dan terkontrol. Mekanisme ini dirancang dengan beberapa titik engsel pada bagian tubuh pengguna, seperti bagian punggung dan kaki, sehingga perubahan posisi dapat mengikuti postur tubuh secara lebih natural. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan transformasi dengan cukup stabil dan terarah. Dari sisi kenyamanan, desain mekanisme juga telah mempertimbangkan sudut kemiringan saat perubahan posisi agar tidak menimbulkan tekanan berlebih pada tubuh pengguna. Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Struktur mekanisme yang digunakan cenderung cukup kompleks, baik dari segi jumlah komponen maupun konfigurasi sistemnya. Hal ini berdampak pada tingkat kesulitan dalam proses pembuatan serta kurang optimalnya efisiensi ruang. Selain itu, desain yang dikembangkan belum sepenuhnya mengarah pada konsep yang ringkas (*compact*), sehingga masih perlu dilakukan penyederhanaan agar lebih praktis dan mudah diaplikasikan dalam penggunaan sehari-hari.

Tabel 2. 1 Tabel Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti dan Judul	Kelebihan	Kekurangan
1.	(Khan, 2025) <i>Threaded Rod-Driven</i>	1. Analisis mekanisme detail.	1. Fokus pada mekanik saja.

No	Nama Peneliti dan Judul	Kelebihan	Kekurangan
	<i>Wheelchair-to-Bed Transformation System.</i>	2. Transformasi stabil. 3. Evaluasi performa struktur.	2. Belum terintegrasi kursi roda elektrik mandiri.
2.	(Vincent Sebastian Wu, 2024) <i>Developing A Wheelchair Prototype to Ensure People with Disabilities Can Get To Bed Independently.</i>	1. Berorientasi pada kemandirian pengguna. 2. Pendekatan user-centered.	1. Tahap prototipe awal. 2. Belum compact dan belum integrasi penuh sistem otomatis.
3.	(Zhou & Li, 2024) <i>Concept Design of Home Care Wheelchair Bed for Severaily Disabled Elderly.</i>	1. Fokus ergonomi lansia. 2. Cocok untuk <i>home care</i> .	1. Menggunakan banyak sensor sehingga biaya relatif tinggi. 2. Energi listrik masih didapat dari listrik rumah.
4	(Yuslistyari & Shofa, 2021) Rancangan Tempat Tidur Kursi Roda Ergonomis.	1. Memperhatikan aspek ergonomi. 2. Meningkatkan kenyamanan pengguna.	1. Sistem masih manual. 2. Tidak berbasis otomatis dan elektrik.
5	(Wijaya et al., 2025) <i>Flexi-Bed: Kursi Roda Multifungsi Dengan Transformasi Tempat Tidur Untuk Lansia Yang Tinggal Mandiri</i>	1. Menggunakan aktuator elektrik 2. Pergerakan stabil dan terarah. 3. Mengurangi tenaga manual. 4. Lebih aman untuk pasien	1. Mekanisme cukup kompleks 2. Efisiensi ruang belum optimal

Berdasarkan keempat penelitian sebelumnya, terdapat beberapa kesenjangan (gap) penelitian, yaitu:

1. Sebagian penelitian masih berfokus pada desain konseptual tanpa realisasi rancang bangun fisik.
2. Sistem transformasi pada beberapa penelitian masih bersifat manual atau hanya menitikberatkan pada aspek mekanik.
3. Belum adanya integrasi penuh antara sistem transformasi otomatis dengan sistem penggerak kursi roda elektrik dalam satu perangkat terpadu.
4. Desain belum sepenuhnya *compact* dan praktis untuk penggunaan di ruang terbatas seperti rumah pasien.

Proposal tugas akhir ini mengisi gap tersebut dengan merancang dan membangun tempat tidur terintegrasi kursi roda dengan mengkombinasikan sistem mekanik dan elektrik dalam satu perangkat. Sistem ini menggunakan aktuator elektrik untuk transformasi. Selain itu, desain dibuat lebih ringkas, ergonomis, dan aplikatif sehingga dapat digunakan secara nyata di lingkungan rumah maupun fasilitas kesehatan. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berhenti pada tahap desain, tetapi merealisasikan rancang bangun yang lebih terintegrasi, fungsional, dan berorientasi pada kemandirian pengguna.

2.2 Landasan Teori

Pada bagian ini berisi landasan teori yang akan digunakan sebagai dasar dalam proses pembuatan proyek akhir. Pada bagian ini, yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

2.2.1 Kursi Roda

Kursi roda merupakan alat bantu mobilitas yang digunakan oleh individu yang mengalami keterbatasan dalam berjalan akibat cedera, penyakit, maupun kondisi fisik tertentu. Alat ini dirancang untuk membantu pengguna berpindah tempat secara mandiri serta meningkatkan kualitas hidup dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Secara umum, kursi roda terdiri dari beberapa komponen utama seperti rangka, roda utama, roda kecil (*caster*), sandaran punggung, tempat duduk, serta sandaran kaki. Desain kursi roda harus mempertimbangkan faktor kenyamanan, kestabilan, serta kemampuan menopang beban pengguna agar aman

digunakan (Aguilar-Pérez et al., 2021). Bentuk fisik kursi roda yang umumnya digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2. 1 Kursi Roda

2.2.2 Tempat Tidur Pasien

Tempat tidur pasien merupakan salah satu fasilitas penting dalam perawatan kesehatan yang dirancang untuk memberikan kenyamanan serta mempermudah proses penanganan pasien. Tempat tidur ini biasanya dilengkapi dengan sistem mekanik yang memungkinkan perubahan posisi seperti posisi duduk, setengah duduk, maupun posisi berbaring. Perubahan posisi tersebut bertujuan untuk meningkatkan kenyamanan pasien serta membantu proses pemulihan selama masa perawatan (Hermawan & Rochardjo, 2022). Tempat tidur pasien yang umum di jumpai dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2. 2 Tempat Tidur Pasien

2.2.3 Sistem Mekanik Ball Joint dan Rail

Sistem *ball joint* dan rail merupakan mekanisme mekanik yang digunakan untuk menghasilkan pergerakan yang lebih halus dan stabil antara dua komponen mekanik. Sistem ini sering digunakan pada sistem geser untuk mengurangi gesekan

serta meningkatkan presisi pergerakan. Dalam pengembangan sistem mekanik pada perangkat mobilitas, mekanisme rail dapat digunakan untuk mempermudah proses penggabungan atau pemisahan antara dua komponen sistem. Hal ini diperkuat oleh penelitian (Sang et al., 2020) yang menyebutkan bahwa sistem linear guide berbasis ball joint sangat sesuai digunakan pada perangkat transformasi posisi seperti tempat tidur otomatis karena mampu memberikan pergerakan yang stabil dan aman.

2.2.4 Motor DC

Motor *DC* adalah komponen penggerak utama dalam sistem ini yang bekerja dengan arus searah. Motor *DC* dipilih karena kemampuannya memberikan torsi yang cukup besar pada kecepatan rendah. Prinsip kerja motor ini melibatkan interaksi medan magnet permanen pada stator dengan arus listrik yang mengalir di lilitan, menghasilkan gerakan rotasi. Dalam proyek ini, motor *DC* digunakan untuk menggantikan tenaga kaki dalam menggerakkan *foot pump*. Output torsi dari motor akan ditransmisikan ke pompa melalui sistem *gear box* dan rantai. Untuk mencapai tekanan hingga 3.000 *psi*, motor harus mampu menghasilkan torsi tinggi, dan ini biasanya memerlukan kombinasi motor dengan *gear box* berperbandingan besar. Motor juga harus kompatibel dengan *relay* agar dapat dikendalikan oleh mikrokontroler. Perhitungan kebutuhan torsi, efisiensi motor, dan konsumsi daya sangat penting dalam pemilihannya. Hal ini menunjukkan bahwa motor *DC* sangat relevan digunakan sebagai penggerak utama dalam proyek ini. Gambar motor *dc* dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2. 3 Motor DC

2.2.5 Aktuator Linear

Aktuator linear merupakan perangkat mekanik yang berfungsi untuk mengubah gerakan rotasi dari motor menjadi gerakan linier atau gerakan lurus. Aktuator ini banyak digunakan pada berbagai sistem mekanik yang membutuhkan

gerakan dorong atau tarik secara terkontrol.

Penggunaan aktuator linear pada perangkat medis seperti tempat tidur pasien dan kursi medis terbukti mampu menghasilkan perubahan posisi yang lebih stabil dan presisi. Penelitian menunjukkan bahwa aktuator linear mampu bekerja dengan baik dalam menopang beban pengguna serta menghasilkan pergerakan yang lebih halus dibandingkan sistem mekanik konvensional (Khan et al., 2025). Aktuator Linear yang akan digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.4



Gambar 2. 4 Aktuator Linear

2.2.6 Struktur Rangka Pada Kursi Roda dan Tempat Tidur

Struktur rangka merupakan komponen utama yang berfungsi untuk menopang seluruh beban pada suatu sistem mekanik. Dalam perancangan rangka, perlu diperhatikan beberapa faktor seperti kekuatan material, distribusi beban, serta faktor keamanan.

Penelitian mengenai desain rangka pada perangkat mobilitas menunjukkan bahwa struktur rangka harus dirancang dengan mempertimbangkan distribusi beban pengguna agar sistem tetap stabil dan aman saat digunakan (Rahman et al., 2023). Material yang sering digunakan pada rangka tempat tidur dan kursi roda antara lain, baja ringan, besi *hollow*, atau aluminium karena memiliki kekuatan yang cukup baik serta relatif mudah dalam proses fabrikasi.

2.2.7 Faktor Keamanan (*Safety Factor*)

Safety factor atau faktor keamanan merupakan patokan utama yang digunakan untuk menentukan kualitas suatu produk yang telah di desain sebelumnya (Suryady & Sapto, 2024) Jika nilai *safety factor* kurang dari 1, maka produk tersebut dapat dikatakan kualitasnya jelek atau gagal, tidak aman untuk di operasikan dan cenderung membahayakan. Sebaliknya jika nilai faktor

keamanannya 1 sampai dengan 10 maka produk tersebut berkualitas baik, aman dan layak di gunakan untuk pengoperasian. Sistem ini meliputi berbagai mekanisme seperti pembatas gerakan, sistem penghenti darurat (*emergency stop*), serta perlindungan terhadap beban berlebih.

2.2.8 Antropometri dan Standar Dimensi Kursi Roda

Antropometri merupakan ilmu yang mempelajari dimensi ukuran tubuh manusia untuk diaplikasikan secara presisi dalam perancangan alat bantu medis. Dalam merancang kerangka kursi roda yang dapat bertransformasi menjadi tempat tidur, kesesuaian antara dimensi fisik alat dengan standar ruang gerak universal merupakan syarat mutlak. Desain yang terukur akan menentukan tingkat ergonomi, keamanan bermanuver, serta stabilitas pusat gravitasi saat komponen alat beroperasi (Panero & Zelnik, 2013).

Merujuk pada pedoman rancangan internasional *Americans with Disabilities Act*, terdapat standar dimensi ruang minimum yang diakui secara global sebagai acuan dasar perancangan aksesibilitas kursi roda (Department of Justice, 1991). Standar dimensi ruang untuk menampung satu buah kursi roda standar disajikan pada Tabel 2.2

Tabel 2. 2 Standar Dimensi Ruang Kursi Roda

NO	Parameter Aksesibilitas	Ukuran Inch	Ukuran Milimeter
1	Lebar Ruang Bersih Minimum	30 Inch	760 Milimeter
2	Panjang Ruang Bersih Minimum	48 Inch	1220 Milimeter
3	Radius Ruang Putar Minimum	60 Inch	1525 Milimeter

Berdasarkan tabel tersebut, ukuran lebar ruang lantai bersih minimum yang diwajibkan untuk satu pengguna kursi roda adalah 30 inci atau setara dengan 760 milimeter. Untuk dimensi kedalaman atau panjang ruang bersih keseluruhan dari tepi depan ke belakang, standar menetapkan ukuran minimum sebesar 48 inci atau setara dengan 1220 milimeter. Dengan memastikan wujud ukuran rancangan kursi roda tidak melebihi parameter ruang ini, seluruh struktur kerangka dijamin dapat digeser dengan aman tanpa membentur rintangan di sekitarnya.

Technical drawings of a wheelchair showing front and side views with dimensions in cm.

Front View Dimensions:

- Top width: 42
- Seat height: 40
- Overall height: 87
- Bottom width: 62

Side View Dimensions:

- Top width: 40
- Seat height: 23.5
- Footrest height: 47
- Footrest angle: 36°
- Overall width: 103.5

Label: dalam ukuran cm

Politeknik Caltex Riau