
Pengembangan Kendaraan Untuk Kemandirian Penyandang Disabilitas Amputasi

Budi Triwiyugo¹, Asrorul Mais², Renalatama Kismawiyati³

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Luar Biasa, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas PGRI Argopuro Jember

E-mail: budi.triwiyugo@gmail.com¹, asrorulmais.plb@gmail.com², renalatama@gmail.com³

Article History:

Received: 15 Februari 2025

Revised: 20 Maret 2025

Accepted: 22 Maret 2025

Keywords: *Amputee, Kendaraan Aksesibel, Teknologi Prostetik, Kendaraan Otonom, Desain Ergonomis.*

Abstrak: *Kemampuan mobilitas dalam kehidupan sehari-hari adalah kebutuhan dasar bagi setiap individu yang ada di dunia ini sekalipun bagi mereka yang berkebutuhan khusus. Dalam bermobilitas keperluan sehari-hari atau dalam mengenyam pendidikan, teman-teman disabilitas sangat tergantung pada orang lain. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan. Model pengembangan yang digunakan yakni model ADDIE (Analyze, Design, Development, Implementation, Evaluation). Hasil analisis ini digunakan sebagai dasar untuk merancang prototipe kendaraan yang mempermudah penggunaannya bagi amputee agar bisa sesuai dengan bentuk fisik amputee. Prototipe kendaraan dirancang dan diuji secara menyeluruh untuk memastikan pengguna nyaman dan aman dalam menggunakannya. Pengguna akan merasa mendapatkan hidup baru yang lebih mudah tanpa harus bergantung pada orang lain untuk bermobilitas. Penelitian ini menunjukkan bahwa prototipe ini merupakan kendaraan yang sangat bermanfaat dan memberikan solusi bagi amputee tangan dan kaki untuk bermobilitas. Namun masih perlu banyak dukungan dan pengembangan lanjutan untuk diakses oleh masyarakat luas.*

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan transportasi dalam masyarakat modern telah berkembang menjadi kebutuhan primer, baik bagi masyarakat yang tinggal di perkotaan maupun di pedesaan. Mobilitas menjadi bagian penting dari aktivitas sehari-hari, baik untuk bekerja, sekolah, maupun keperluan sosial lainnya. Kemajuan pesat di bidang transportasi, baik transportasi darat, laut, maupun udara, menunjukkan tingginya permintaan akan sarana mobilitas yang efisien dan terjangkau (Badan Pusat Statistik, 2022; Kementerian Perhubungan RI, 2021).

Salah satu transportasi yang mengalami perkembangan signifikan adalah transportasi darat. Pertumbuhan jumlah kendaraan dari tahun ke tahun, baik kendaraan roda dua maupun roda empat, menjadi bukti nyata tingginya kebutuhan masyarakat untuk berpindah dari satu tempat ke tempat lain dengan cepat dan mudah. Kendaraan seperti sepeda motor dan mobil kini tidak hanya

menjadi sarana transportasi, tetapi juga menjadi kebutuhan dasar untuk menunjang aktivitas harian masyarakat (International Transport Forum, 2020).

Namun, seiring dengan tingginya kebutuhan kendaraan, penyandang disabilitas amputasi—terutama amputasi tangan dan kaki (amputee ganda)—menghadapi tantangan besar dalam mengakses kendaraan tersebut. Kendaraan konvensional dirancang untuk digunakan oleh orang dengan anggota tubuh yang lengkap, sehingga tidak dapat secara langsung dioperasikan oleh amputee yang kehilangan sebagian besar anggota tubuhnya. Hal ini menyebabkan penyandang amputasi harus bergantung pada orang lain untuk menjalankan aktivitas sehari-hari, yang berpotensi menurunkan tingkat kemandirian dan kualitas hidup mereka (World Health Organization, 2011).

Amputasi tangan dan kaki menyebabkan keterbatasan signifikan dalam kemampuan motorik, sehingga penggunaan kendaraan standar menjadi hampir mustahil tanpa modifikasi khusus. Penyandang amputasi tangan hingga siku dan kaki hingga lutut memiliki kebutuhan spesifik dalam mengoperasikan kendaraan, seperti kendali gas, rem, dan kemudi yang tidak memerlukan keterlibatan penuh tangan dan kaki. Oleh sebab itu, dibutuhkan inovasi kendaraan adaptif yang didesain berdasarkan kemampuan anggota tubuh yang masih responsif, sehingga memungkinkan amputee untuk tetap mandiri dalam berkendara (Smith & Johnson, 2022).

Desain ergonomis dan aksesibilitas menjadi komponen penting dalam pengembangan kendaraan adaptif. Kendaraan yang dirancang untuk penyandang amputasi harus memperhatikan kenyamanan pengguna, termasuk kursi yang dapat disesuaikan, antarmuka pengguna yang mudah dijangkau, serta sistem kontrol kendaraan yang intuitif. Desain ergonomis yang baik tidak hanya akan mempermudah pengoperasian kendaraan, tetapi juga meningkatkan keamanan dan kenyamanan pengguna saat berkendara (United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2018).

Selain dari aspek teknis, regulasi dan kebijakan aksesibilitas juga mendorong inovasi kendaraan adaptif. Regulasi global seperti European Accessibility Act mewajibkan produsen kendaraan untuk memperhatikan kebutuhan penyandang disabilitas dalam setiap produk yang dikembangkan. Kebijakan tersebut bertujuan agar kendaraan dapat diakses oleh semua orang tanpa diskriminasi, sekaligus menjadi landasan penting bagi pengembangan kendaraan adaptif yang ramah amputee (International Transport Forum, 2020).

Oleh karena itu, penelitian ini menjadi penting untuk merancang dan mengembangkan kendaraan yang mampu dioperasikan secara mandiri oleh penyandang amputasi tangan hingga siku dan kaki hingga lutut. Kendaraan yang dikembangkan harus memperhatikan karakteristik pengguna amputasi, dengan sistem kendali gas dan rem yang dapat dijangkau dengan sisa anggota tubuh yang ada, serta kemudi yang ringan dan stabil. Dengan adanya kendaraan adaptif ini, diharapkan penyandang disabilitas amputasi dapat memperoleh akses transportasi yang setara dan meningkatkan kualitas hidup mereka secara signifikan.

Penelitian mengenai pengembangan kendaraan yang ramah bagi amputee tangan dan kaki memiliki urgensi tinggi, terutama dalam hal meningkatkan kemandirian dan kualitas hidup mereka. Beberapa alasan utama yang mendasari pentingnya penelitian ini adalah sebagai berikut:

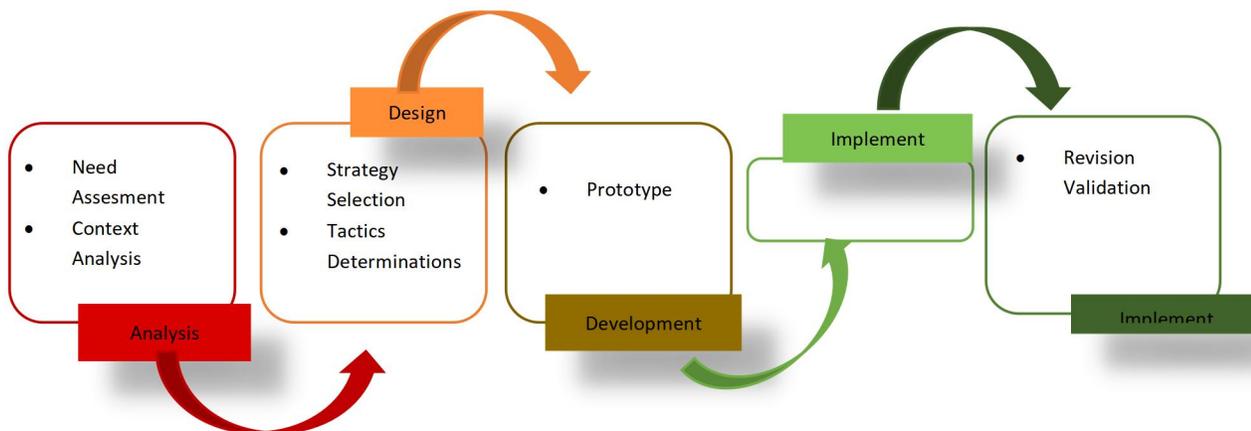
1. Kemandirian dan Mobilitas Orang dengan amputasi tangan dan kaki menghadapi keterbatasan signifikan dalam mobilitas sehari-hari. Kendaraan yang dirancang khusus dapat memberikan mereka kemampuan untuk bepergian secara mandiri, mengurangi ketergantungan pada orang lain, dan meningkatkan partisipasi dalam kehidupan sosial, ekonomi, dan profesional.
2. Kebutuhan yang Belum Terpenuhi Kendaraan standar saat ini tidak dirancang untuk

memenuhi kebutuhan unik amputee ganda, sehingga mereka sering kali harus mengandalkan modifikasi yang mahal dan belum tentu aman. Penelitian yang ditujukan untuk menciptakan kendaraan yang sesuai dengan kebutuhan amputee ganda akan menjawab kebutuhan pasar yang belum terpenuhi.

3. Inklusi Sosial dan Ekonomi Aksesibilitas transportasi yang terbatas seringkali menghambat amputee untuk berpartisipasi penuh dalam kehidupan masyarakat. Dengan kendaraan yang dirancang khusus, mereka dapat lebih mudah berpartisipasi dalam dunia kerja, pendidikan, dan aktivitas lainnya. Ini juga berpotensi mengurangi diskriminasi dan stigma yang mereka hadapi.
4. Pengembangan Teknologi Adaptif Pengembangan teknologi canggih seperti sistem kendali suara, otomatisasi, dan sensor dapat memfasilitasi pengoperasian kendaraan tanpa membutuhkan kontrol fisik dari tangan atau kaki. Penelitian di bidang ini akan mendorong inovasi teknologi yang bermanfaat tidak hanya untuk amputee, tetapi juga bagi populasi lainnya dengan disabilitas fisik.
5. Dukungan Psikologis dan Mental Mobilitas yang terbatas seringkali berdampak negatif terhadap kesehatan mental amputee. Dengan memberikan akses yang lebih mudah terhadap transportasi, penelitian ini akan berkontribusi pada peningkatan kesejahteraan mental mereka, memberikan rasa kontrol lebih besar atas kehidupan sehari-hari, dan mengurangi rasa isolasi.
6. Potensi Penghematan Biaya Kesehatan Kemandirian yang lebih besar dalam mobilitas dapat mengurangi kebutuhan akan layanan pendukung jangka panjang, sehingga menurunkan biaya kesehatan secara keseluruhan. Penelitian ini juga dapat mendorong pengembangan solusi yang lebih terjangkau, mengurangi beban finansial bagi amputee dan sistem kesehatan. Penelitian ini mendesak dilakukan mengingat semakin tingginya jumlah amputee akibat kecelakaan lalu lintas, penyakit, dan kondisi lainnya yang membutuhkan solusi inovatif untuk mengatasi keterbatasan mobilitas mereka.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan landasan teoritis yang kuat bagi penelitian pengembangan kendaraan yang dapat dioperasikan oleh amputee tangan dan kaki (amputee ganda) untuk mempermudah dan membantu disabilitas amputee agar bisa mengendarai dan mengendalikan kendaraan dengan mudah dan tanpa merasa kesulitan. Dengan model penelitian ADDIE untuk mempermudah pemahaman bagi khalayak umum.



Gambar 1. Model ADDIE

Langkah awal yang harus dijalankan adalah pengukuran dan wawancara tentang anggota tubuh yang masih responsif dan kuat untuk digunakan sebagai kendali rem dan akselerasi mesin. Berdasarkan wawancara dengan pengguna maka diperoleh kesimpulan bahwa sisa dari kedua kaki masih bisa untuk digunakan secara cepat dan akurat sebagai alat kendali gas dan pengereman kendaraan yang akan dimodifikasi. Jadi pengembangan kendali memungkinkan pengguna menggunakan salah satu kaki untuk mengendalikan akselerasi sedangkan kaki yang lain akan digunakan mengoperasikan pengereman. Posisi kendali yang akan dioperasikan harus memiliki jarak yang sangat dekat dengan tempat duduk amputee karena sisa kaki yang di atas lutut.

Dengan tangan yang masih responsif, amputee dapat menggerakkan tuas yang akan dibuat pada kendaraan hasil modifikasi. Tuas tersebut digunakan sebagai sistem transmisi manual sehingga pengguna dapat dengan mudah mengganti gigi tanpa mengalami kesulitan.

Untuk mempermudah kendali pada roda depan agar tidak berat, maka dibentuklah sistem gerak yang menempatkan gear besar pada poros depan roda kendaraan yang dikendalikan oleh gear kecil untuk meringankan berbelok dan fungsi kedua agar setir tidak mudah goyang apabila terkena hentakan dari bebatuan dan loncatan roda juga tidak begitu keras pada kendali. Desain setir juga dibuat bulat atau lingkaran untuk mempermudah amputee dalam mengoperasikan kendaraan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang telah dilakukan yaitu membangun rancangan prototipe roda 4 (Empat) yang ditujukan untuk penyandang disabilitas, khususnya disabilitas daksa amputee tangan dan kaki. Proses perancangan prototipe bekerja sama dengan bengkel modifikasi yang ahli dalam memahami kebutuhan kendaraan bagi disabilitas. Dengan prototipe yang telah dibangun diharapkan disabilitas terbantu dalam aktivitas yang memerlukan mobilitas.

Rancangan prototipe tersusun atas 5 Elemen utama yang memiliki fungsi masing-masing. 5 Elemen utama tersebut yaitu sistem kendali gas dan rem, sistem kemudi utama, sistem gear reduksi pada poros roda depan, sistem elektrikal dan tuas multifungsi, dan sistem keamanan tambahan. Berikut merupakan penjelasan mengenai masing-masing elemen.

1. Sistem Kendali Gas dan Rem

Posisi dan fungsi pada komponen gas dan rem diletakkan di depan kursi pengemudi, letaknya sangat dekat dengan posisi sisa kaki (amputasi lutut). Dirancang seperti tuas maju-mundur atau pedal pendek. Sehingga dimungkinkan pengguna dapat menggunakan kaki kanan untuk mengontrol gas (akselerasi) dan kaki kiri untuk mengontrol rem.

Mekanisme cara kerja pada sistem kendali gas dan rem yaitu ketika kaki kanan menginjak tuas gas, maka tuas akan menggerakkan kabel penghubung ke throttle mesin untuk menambah kecepatan. Sedangkan untuk mekanisme sistem pengereman dirancang ketika kaki kiri menginjak tuas rem, maka tuas akan terhubung dengan sistem rem cakram atau hidrolik untuk mengurangi kecepatan atau menghentikan kendaraan.

2. Sistem Kemudi Utama

Sistem kemudi utama di desain dengan model lingkaran untuk memudahkan pengendalian arah pada roda depan. Sistem ini dilengkapi dengan pegangan khusus

(Knob atau handle bola) agar bisa dikendalikan dengan bagian sisa tangan atau siku.s

3. Sistem Gear Reduksi pada Poros Roda Depan

Sistem gear reduksi pada poros roda depan bertujuan untuk meringankan putaran setir, sehingga pengguna tidak memerlukan tenaga ekstra untuk membelokkan roda. Sistem ini memiliki keunggulan yaitu dapat mengurangi guncangan balik ke setir ketika roda melewati medan kasar (batu atau lubang). Sistem ini juga memiliki pengaruh pada stabilitas setir, sehingga kendaraan terjaga meski sedang dalam kecepatan tinggi. Sistem ini disusun dengan menggunakan dua gear dengan ukuran besar dan kecil, untuk yang besar terpasang pada as roda depan dan gear ukuran kecil terhubung dengan poros setir.

4. Sistem Elektrikal dan Tuas Multifungsi

Sistem ini dibuat untuk melengkapi fungsi elektrikal pada prototipe kendaraan. Sistem dipasang di samping kursi pengemudi dan di area sekitar setir. Beberapa tombol yang dibuat yaitu tombol untuk pindah gigi, tombol klakson, dan tombol sein.

5. Sistem Keamanan Tambahan

Prototipe yang telah dibuat dilengkapi dengan sensor otomatis pengereman. Sensor otomatis bekerja dengan cara mendeteksi objek yang ada di depan kendaraan. Apabila jarak objek di depan kendaraan terlalu dekat maka kendaraan akan melakukan pengereman. Selain itu terdapat sistem auto-hold rem saat kendaraan sedang berhenti di tanjakan atau turunan. Prototipe juga dilengkapi dengan alarm dan lampu peringatan yang dapat berfungsi untuk mendeteksi adanya kesalahan sistem. Bagian terakhir yaitu prototipe dilengkapi dengan pengaman ergonomis untuk amputee.



Gambar 2. Prototipe Kendaraan Disabilitas



Gambar 3. Proses Simulasi Prototipe Kendaraan Disabilitas

Berikut merupakan hasil prototipe kendaraan roda 4 yang telah berhasil dibuat. Prototipe

ini memiliki beberapa keunggulan yang sangat membantu amputee. Kemudahan dalam mengoperasikan kendaraan akan memberikan keamanan bagi pengguna untuk menunjang kebutuhan mobilitas harian. Kendaraan yang dibuat juga ramah medan sehingga cocok digunakan di berbagai medan. Sistem kendali yang responsif dan stabil membantu pengguna dalam mengendarai prototipe kendaraan.

KESIMPULAN

Desain kendaraan adaptif ini merupakan solusi praktis dan aman untuk meningkatkan kemandirian penyandang disabilitas. Dengan adanya prototipe ini pengguna dapat beraktivitas secara mandiri dan aman dengan sisa anggota tubuh. Implementasi sistem kendali yang mudah diakses, setir yang responsif serta sistem keamanan ekstra menjadi poin utama dalam mengupayakan keamanan dan kenyamanan pengguna kendaraan. Inovasi ini merupakan suatu langkah penting dalam perkembangan transportasi bagi penyandang disabilitas, yang tidak hanya meningkatkan kemandirian mereka tetapi juga memberikan kesempatan untuk berpartisipasi secara penuh dalam kegiatan sehari-hari..

DAFTAR REFERENSI

- Imrie, R. (2000). *Disability and the City: International Perspectives*. London: Sage Publications.
- Farina, D., Aszmann, O., Vujaklija, I., & Negro, F. (2014). Toward Bionic Limbs. *Nature Biotechnology*, 32(9), 852-854. • Bronzino, J. D., & Peterson, D. R. (2014). *The Biomedical Engineering Handbook: Four Volume Set*. CRC Press.
- Steinfeld, E., & Maisel, J. (2012). *Universal Design: Creating Inclusive Environments*. Wiley.
- Litman, T. (2020). *Autonomous Vehicle Implementation Predictions: Implications for Transport Planning*. Victoria Transport Policy Institute.
- Weller, G., Feix, T., & Aszmann, O. (2019). Prototyping the Future: Integrating Brain-Machine Interfaces with Bionic Limbs. *Journal of Neural Engineering*, 16(1), 021002.
- Stern, J. (2020). *Psychological Aspects of Disability and Rehabilitation*. Springer
- Badan Pusat Statistik. (2022). *Statistik Transportasi Darat 2022*. Jakarta: Badan Pusat Statistik. <https://www.bps.go.id>
- International Transport Forum. (2020). *Transport accessibility: Improving mobility for all*. OECD Publishing. <https://www.itf-oecd.org/transport-accessibility-improving-mobility-all>
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2021). *Laporan Tahunan Transportasi Indonesia 2021*. Jakarta: Kementerian Perhubungan RI. <https://www.dephub.go.id>
- Smith, J., & Johnson, M. (2022). Adaptive vehicle technologies for amputees. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 17(3), 245-255. <https://doi.org/10.1080/17483107.2021.1884249>
- United Nations Department of Economic and Social Affairs. (2018). *Disability and development report: Realizing the Sustainable Development Goals by, for and with persons with disabilities*. United Nations. <https://www.un.org/development/desa/disabilities/publication-disability-sdgs.html>
- World Health Organization. (2011). *World report on disability*. Geneva: WHO Press. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241564182>