

IMPLEMENTASI TEKNOLOGI KENDARAAN LISTRIK BERBASIS BATERAI UNTUK MEMBANTU MOBILITAS PENGGUNA KURSI RODA

W. Adhithia Guspara¹, L. Kuncoro Probo Saputra², W. Tridhatu Satwikasanti³,
F. Cardiyanta Elia Cohen⁴, Y. Tegar Bagastira⁵

^{1,3,4,5}Desain Produk, Fakultas Arsitektur dan Desain, Universitas Kristen Duta Wacana

²Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Duta Wacana
Jl. dr. Wahidin Sudirohusodo, No. 5-15, Yogyakarta 55224, DIY - Indonesia

e-mail: guspara@staff.ukdw.ac.id¹, kuncoro@staff.ukdw.ac.id², winta_ts@staff.ukdw.ac.id³,
felicula.cohen@students.ukdw.ac.id⁴, yusuf.bagastira@students.ukdw.ac.id⁵

Received : September, 2022

Accepted : November, 2022

Published : Desember, 2022

Abstract

The national agenda for accelerating battery-based electric vehicles needs additional proposals to help wheelchair users mobilize. This argument is based on two important things, first is adopting technology that allows the realization of a mobility device for wheelchairs, and second is the definition of a wheelchair by the World Health Organization as a device providing wheeled mobility and seating support for a person with difficulty in walking or moving around. This issue is not very popular yet in Indonesia, which has been shown by the lack of battery-based electric propulsion device designs for wheelchairs.

Based on that situation, we tried to design a device that we call a detachable electric drive wheelchair. We used the PIRUS method which is my own development design method to build the prototype. We collaborated with one of the workshops in Yogyakarta for eight months and finally, we built our first prototype named MOKURA (Mobilitas Kursi Roda). Right now we are trying to build Mokura-2 and Mokura-3 for refinement prototyping.

Keywords: wheelchair, electric vehicles, PIRUS method.

Abstrak

Agenda nasional mengenai percepatan kendaraan listrik berbasis baterai perlu mendapatkan usulan implementatif supaya dapat membantu pengguna kursi roda dalam melakukan mobilitas. Argumentasi ini didasarkan pada dua hal penting, yaitu adopsi teknologi yang memungkinkan untuk diwujudkan alat bantu mobilitas untuk kursi roda dan definisi kursi roda yang ditetapkan oleh World Health Organization sebagai perangkat mobilitas beroda dengan tempat duduk yang digunakan oleh orang yang mempunyai kesulitan berjalan atau bergerak. Masalahnya adalah, situasi ini belum banyak diminati oleh desainer, yang ditandai dengan belum banyak munculnya alternatif desain alat penggerak listrik berbasis baterai untuk kursi roda di Indonesia. Berdasarkan situasi itu, kami mencoba merancang perangkat yang kami sebut penggerak listrik kursi roda yang dapat dilepas-pasang. Kami menggunakan metode PIRUS yang merupakan metode desain pengembangan sendiri untuk membangun prototipe. Bekerja sama dengan salah satu bengkel di Yogyakarta selama delapan bulan dan akhirnya membangun prototipe pertama kami yang diberi nama MOKURA (Mobilitas Kursi Roda). Saat ini kami sedang mencoba membangun Mokura-2 dan Mokura-3 untuk penyempurnaan prototipe.

Kata Kunci: kursi roda, kendaraan listrik, metode PIRUS.

1. PENDAHULUAN

Pemikiran yang menjadi peta jalan penelitian serta menjadi isu dalam artikel ini berangkat dari agenda nasional tentang percepatan program kendaraan bermotor listrik berbasis baterai untuk transportasi jalan yang tertuang di Peraturan Presiden No. 55 Tahun 2019. Peraturan Presiden tersebut memberikan arahan terhadap peta pengembangan Kendaraan Bermotor Listrik (KBL) yang diwujudkan, baik secara aturan dalam perundangan yang lain ataupun secara teknis dalam implementasi konversi kendaraan konvensional ke KBL maupun ketersediaan KBL.

Melalui agenda nasional yang sudah dituangkan dalam berbagai perundangan tersebut, maka berawal dari penelitian di tahun 2020 terbersit sebuah pemikiran bagaimana implementasi tersebut sampai kepada isu disabilitas. Salah satu ruang disabilitas yang sangat dekat dengan penerapan teknologi KBL berbasis baterai adalah kursi roda. Jenis produk ini sudah banyak diproduksi dan mengalami pengembangan teknologi yang sangat maju. Namun demikian isu terkait kursi roda sendiri belum sepenuhnya tuntas, terlebih jika kita meninjau dari definisi kursi roda menurut World Health Organization (WHO) yang mengatakan bahwa kursi roda adalah perangkat mobilitas beroda dengan tempat duduk yang digunakan oleh orang yang mempunyai kesulitan berjalan atau bergerak [1]. Berangkat dari pemahaman ini, maka dapat ditengarai bahwa kursi roda merupakan satu-satunya alat berpindah dan bergerak bagi orang yang tidak dapat berjalan. Hal ini mempunyai pemahaman yang sama jika kita meninjau dari pemahaman transportasi yang mengatakan bahwa transportasi adalah pemindahan manusia atau barang menggunakan alat atau wahana yang digerakkan oleh manusia atau mesin [2].

Sedikit kita tinjau cara berpikir hubungan pemahaman antara kursi roda dengan transportasi. Terdapat kata kunci yaitu (1) pemindahan atau perpindahan, (2) manusia atau orang atau pengguna, (3) wahana atau perangkat mobilitas, dan (4) digerakkan oleh manusia atau mesin.

- a. Perpindahan atau pemindahan, dua kata ini mempunyai dasar yang sama yaitu pindah, kemudian tergantung dari mana melihatnya. Jika perpindahan maka aktivitas pindah dipandang dari aspek manusia, sedangkan pemindahan lebih ditinjau dari aspek perangkat atau objeknya. Hal yang menjadi sangat penting dalam pemahaman ini adalah aktivitas pindah yang menunjukkan bahwa ada yang bergerak dari satu titik ke titik yang lain.
- b. Manusia atau orang, pemahaman ini merujuk pada subjek yang sama yaitu yang melakukan atau pengguna. Artinya jika kemudian hal ini dihubungkan dengan sub bahasan nomor satu, maka aktivitas pindah tersebut menunjukkan adanya manusia sebagai pengguna yang berpindah dari satu titik ke titik yang lain.
- c. Wahana atau perangkat mobilitas, merupakan sebuah sistem pendukung untuk berpindah yang sifatnya bisa mekanis atau elektrik atau bisa gabungan keduanya (elektromekanik). Dengan melihat hal ini maka kursi roda, baik yang digerakkan secara manual oleh manusia maupun kursi roda listrik yang digerakkan oleh daya elektromekanis merupakan sebuah alat transportasi.
- d. Pergerakan oleh manusia atau mesin, seperti yang sudah disinggung pada sub bahasan nomor dua. Maka dapat dipastikan bahwa kursi roda, baik yang digerakkan secara manual-mekanis oleh manusia atau yang digerakkan menggunakan daya elektromekanis merupakan alat transportasi yang kedudukannya sama dengan alat transportasi lain yang dapat beroperasi di ruang publik serta jalan.

Maka, artikel ini ingin mendiskusikan serta memperjuangkan pemahaman kursi roda sebagai salah satu alat transportasi yang digunakan oleh orang yang tidak dapat berjalan atau bergerak atau lebih spesifik disebut sebagai pengguna kursi roda. Melalui artikel ini juga diharapkan dapat memasukkan kursi roda sebagai *the last species index* dalam ekosistem transportasi terkait studi pengembangan wilayah, tata kota, arsitektural, dan studi lain yang terlibat.

Ketika pemahaman mengenai kursi roda sebagai alat transportasi terbentuk, maka dengan lebih mudah implementasi percepatan program kendaraan bermotor listrik berbasis baterai untuk transportasi jalan dapat dilakukan untuk isu disabilitas. Tentu saja, selain dari aspek produknya masih banyak lagi aspek yang harus dikaji terkait ekosistem penataan dan transportasinya. Namun paling tidak kita sudah memulai

dari pemikiran yang benar dengan memberikan ruang mobilitas terhadap pengguna kursi roda berikut dengan kursi rodanya.

Langkah selanjutnya dalam mewujudkan gagasan tersebut di atas, maka kami dari tim Laboratorium Ergonomi dan Desain Inklusi Desain Produk berkolaborasi dengan tim dari Informatika merancang sebuah unit penggerak bermotor listrik berbasis baterai yang selanjutnya kami sebut sebagai *Detachable Electric Drive for Wheelchair* atau Penggerak Bermotor Listrik Berbasis Baterai untuk Kursi Roda yang Dapat Dilepas-Pasang. Selain mengimplementasikan PP Nomor 55 Tahun 2019 untuk perluasan mobilitas pengguna kursi roda, perancangan ini didasari pada pemikiran *micromobility* yang dicetuskan oleh Horace Dediu melalui *micromobility manifesto* [3].

Latar belakang *micromobility* sendiri berangkat dari bauran berbagai hal. Semisal upaya menurunkan paparan emisi karbon dunia, konversi energi fosil menjadi energi listrik hingga pada kepadatan lalu lintas jalan raya. Namun demikian, studi mengenai *micromobility* tidak hanya terbatas pada lingkup transportasi saja, dapat merambah sampai dengan aktivitas pergerakan dan perpindahan kecil atau pendek yang dilakukan manusia termasuk di dalamnya adalah akses untuk disabilitas. Oleh karena itu tujuan dari perancangan penggerak bermotor listrik berbasis baterai untuk kursi roda adalah membantu perluasan mobilitas pengguna kursi roda di ruang publik dan jalan kampung-kota. Target yang disasar adalah bagaimana pengguna kursi roda dengan mudah menggunakan unit penggerak tersebut tanpa harus berpindah kursi roda atau mengganti kursi rodanya. Selain itu, perancangan ini juga memberikan alternatif sensibilitas, sehingga pengguna kursi roda mempunyai pengalaman baru dalam melakukan mobilitas. Kebaruan sensibilitas dalam produk yang dirancang ini memperbarui pengalaman pengguna kursi roda bermotor listrik yang semula “duduk mengemudi di atas kursi roda bermotor listrik” menjadi “berkendara menggunakan kursi roda”.

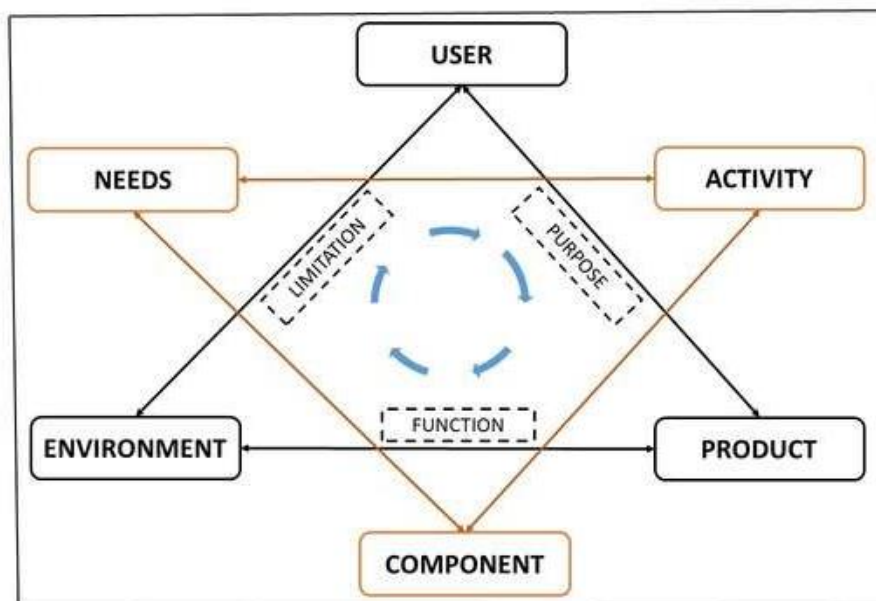
2. METODE PENELITIAN

Dalam melakukan perancangan kami menggunakan prosedur yang dinamai PIRUS [4]. Prosedur perancangan ini digunakan karena membutuhkan cara merancang yang paling mudah dipahami oleh teknisi (tukang) di bengkel rekayasa. Hal yang unik dari prosedur ini ialah berbasis perancangan kolaboratif-praktis. Merujuk pada prosedur PIRUS, maka tahapan perancangan terbagi menjadi lima tahapan seperti:

- a. **Prototyping**; yaitu tahap di mana perancangan berangkat dari pembaruan komponen produk dengan mempertimbangkan masalah desain. Aspek-aspek yang dipertimbangkan dalam tahap ini meliputi dimensi tubuh (antropometri statis dan dinamis), sistem operasi, fungsi komponen, kerja antar komponen, bahan yang digunakan, teknik fabrikasi, bentuk, dan kegunaan. Hasil pertimbangan tersebut berupa spesifikasi produk dan peta kemampuan yang dibutuhkan pengguna untuk menggunakan produk.
- b. **Interaction**; yaitu tahap pengumpulan data terkait hubungan antara produk-pengguna-lingkungan melalui uji coba langsung dengan menggunakan model yang telah dibuat. Uji coba yang harus dilakukan terhadap calon pengguna adalah dengan memperhitungkan kebutuhan operasional untuk mendapatkan umpan balik dari pengguna.
- c. **Re-engineering**; yaitu tahap perbaikan prototipe berdasarkan hasil uji coba dengan mengembangkan lebih detail kinerja teknis dan tetap mempertimbangkan faktor eksternal serta lingkungan.
- d. **Utilization**; yaitu perancangan dan pemasangan kapasitas pendukung yang memungkinkan untuk mempermudah penggunaan produk terkait dengan kebutuhan lain yang lebih luas, termasuk memberikan lebih banyak fitur dan aksesoris.
- e. **Synthesizing**; yaitu tahap *zoom in*, *zoom out* dan menghubungkan semua proses perancangan untuk semua aspek yang terlibat dengan tujuan mendapatkan pemahaman atau pengetahuan baru.

Selain menggunakan prosedur PIRUS, perancangan juga didasari pada pemikiran prosedur Interaksi Pengguna-Produk-Lingkungan seperti dapat dilihat pada Gambar 1. Prosedur ini sangat berguna terutama

pada tahap *Interaction* dan *Re-engineering* yang berupaya menerjemahkan kebutuhan perilaku tubuh kepada fungsi mekanis melalui komponen atau fitur.



Gambar 1. Diagram interaksi pengguna-produk-lingkungan
[Sumber: [4]]

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian dan perancangan ini sudah dimulai sejak tahun 2020 hingga saat ini dan secara iteratif telah menghasilkan empat unit prototipe penggerak bermotor listrik berbasis baterai yang dapat dilepas pasang. Dasar pemikiran dari tiga prototipe ini sama, yaitu penggerak harus bisa digabungkan dengan kursi roda yang sudah dipunyai oleh pengguna kursi roda. Jika terpaksa diperlukan ada penambahan komponen pada kursi roda, maka sifatnya harus *knock-down* atau dapat dibongkar-pasang.

Penelitian dan perancangan yang dilakukan mengajak mitra dari sebuah bengkel rekayasa yang tidak terlalu jauh dari kampus. Bengkel rekayasa ini sudah lama menjadi mitra penelitian dan perancangan teknologi tepat guna dalam mewujudkan prototipe dan bahkan juga sebagai mitra penelitian metodologis perancangan yang menghasilkan beberapa prosedur perancangan. Penelitian terakhir terkait prosedur perancangan di tahun 2018-2019 menghasilkan metode yang saat ini digunakan juga dalam perancangan penggerak elektrik berbasis baterai. Nama bengkel mitra adalah Bengkel PIRUS, nama yang sama digunakan untuk menamai prosedur perancangan yang dihasilkan waktu itu.

3.1 Deskripsi Data

3.1.1. Prototipe-1

Prototipe pertama dikerjakan melalui penelitian dan perancangan di tahun 2020 yang diawali dengan membicarakan gagasan tentang bagaimana kursi roda diberi penggerak depan dengan mengadopsi desain dari otopet seperti terlihat pada Gambar 2. Dalam proses ini kami membawa kursi roda dan otopet ke bengkel mitra dan membicarakan gagasan perancangan. Terdapat beberapa hal yang didiskusikan saat itu ialah:

- Modifikasi bentuk penggerak yang diadopsi dari bentuk otopet.
- Adapter atau mekanisme sambungan yang menghubungkan antara kursi roda dengan penggerak.
- Daya penggerak dan diameter roda penggerak.

Pembuatan penggerak ini memakan waktu sekitar enam bulan dengan mencoba berbagai kemungkinan mekanisme komponen dan *chasis* penggerak. Komponen awal yang diupayakan adalah kemudi, garpu

depan, dan tempat baterai, setelah itu baru beranjak kepada komponen adapter. Hal terakhir perwujudan prototipe-1 adalah perakitan dan uji coba fungsi seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Tukar gagasan awal prototipe-1
[Sumber: peneliti, [5]]



Gambar 3. Prototipe-1 *Detachable Electric Drive for Wheelchair*
[Sumber: [5]]

3.1.2. Prototipe-2

Prototipe kedua merupakan pengembangan dari masalah yang ditemui pada tahap uji coba prototipe pertama. Permasalahan yang muncul pada uji coba awal adalah kunci tidak stabil mencengkeram sehingga berpotensi untuk mudah terlepas di jalan yang tidak rata atau ketika melaju di jalan berlubang. Oleh karena itu pada prototipe kedua modifikasi sambungan dilakukan seperti terlihat pada Gambar 4 dan setelah itu dirakit kembali untuk dilakukan uji coba.



Gambar 4. Prototipe-2, modifikasi mekanisme sambungan
[Sumber: peneliti, 2021]

3.1.3. Prototipe-3

Prototipe ketiga merupakan modifikasi pada tahun penelitian yang sama di tahun 2021 dalam upaya perbaikan hasil uji coba prototipe kedua. Permasalahan prototipe kedua lumayan parah dalam kemudahan pengguna dibandingkan prototipe pertama, karena mekanisme lepas-pasang jadi menyulitkan pengguna. Mekanisme prototipe kedua memang lebih stabil untuk digunakan melaju di jalan tidak rata dan berlubang. Namun pengguna kesulitan untuk memasukkan tuas hubung ke dalam lubang rumah hubung. Melalui evaluasi tersebut, maka prototipe ketiga menyederhanakan mekanisme adapter dan menambahkan satu fitur dengan fungsi pengungkit supaya roda depan kursi roda dapat terangkat seperti dapat dilihat pada Gambar 5. Tambahkan fitur ini sangat penting dikarenakan pada uji coba kedua, kursi roda akan mengalami gangguan kendali ketika roda depan kursi roda bertumbukan dengan polisi tidur, atau pinggiran lubang di jalan, bahkan juga terjadi di jalan berkonblok.



Gambar 5. Prototipe-4, modifikasi mekanisme sambungan
[Sumber: peneliti, 2021]

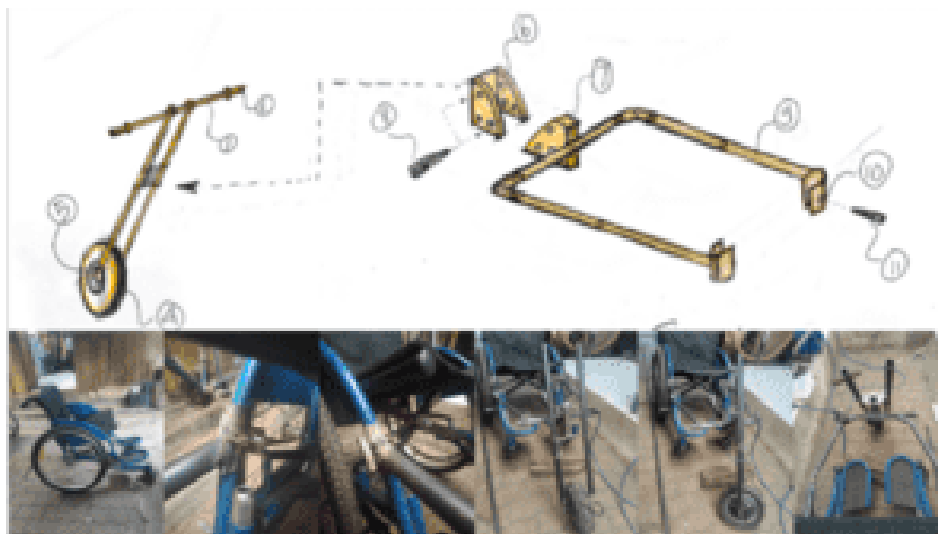
3.1.4. Prototipe-4

Prototipe keempat merupakan modifikasi dalam upaya perbaikan dari uji coba prototipe ketiga dan dilakukan di tahun penelitian 2022. Melalui uji coba dengan pengguna terdapat beberapa catatan penting

yang kemudian secara radikal mengubah mekanisme adapter prototipe pertama hingga ketiga. Catatan penting dari uji coba ketiga ialah:

- a. Mekanisme adapter yang terletak di tengah menyulitkan pengguna yang tidak memakai celana, semisal memakai sarung atau rok.
- b. Ukuran kursi roda berbeda-beda, sehingga harus diupayakan terdapat mekanisme *adjustable* pada adapter untuk dapat disesuaikan dengan ukuran kursi roda.
- c. Jenis kursi roda terkini yang digunakan oleh pengguna permanen kursi roda adalah tipe kursi roda *all terrain-RR* seperti yang dapat dilihat pada Gambar 6.

Prototipe keempat ini masih dalam proses penyelesaian hingga saat ini dan tim secara kolaboratif juga sedang mempersiapkan dua rancangan kedepan yang didasarkan pada pertimbangan kemudahan kendali dan manuver pada jenis lanskap jalan kampung.



Gambar 6. Prototipe-5, modifikasi mekanisme *adapter adjustable*
[Sumber: peneliti, 2022]

3.2 Pembahasan

3.2.1. Implementasi desain dan teknologi

Kolaborasi perancangan dilakukan dalam konsep *intermediate technology* (teknologi madya) dan berupaya untuk menghadirkan *appropriate technology* (teknologi tepat guna) di ruang disabilitas khususnya pengguna kursi roda [6] [7]. Dalam penjelasannya, Schumacher mengatakan bahwa teknologi madya akan lebih memikirkan tentang teknologi yang sifatnya sederhana dan tidak memerlukan pendidikan tinggi atau khusus untuk dapat mengoperasikan. Sedangkan teknologi tepat guna akan fokus pada kesesuaian terhadap aspek lingkungan, budaya, etis, sosial, politik, dan ekonomi masyarakat yang terlibat. Melalui kolaborasi desain yang menjadi bagian dari payung besar partisipatori desain [8] [9] [10], maka diharapkan bengkel-bengkel rekayasa lokal dapat mengambil peran serta berkontribusi aktif dalam menanggapi isu disabilitas terkhusus perangkat dan peralatan yang dibutuhkan oleh pengguna kursi roda.

Konsep teknologi madya dan teknologi tepat guna ditujukan untuk mendesentralisasi ketergantungan akan industri besar dan menyelesaikan persoalan-persoalan yang dihadapi secara lebih “lokal”, walaupun beberapa komponen masih harus didatangkan dari industri besar. Cara pandang ini juga sangat terhubung dalam pemahaman desain berkelanjutan terutama pada aspek ekonomi, sumber daya manusia, dan ketersediaan material. Melalui kedua modus teknologi arahan Schumacher tersebut diharapkan akan banyak muncul inovasi desain yang berasal dari kerja kolaborasi antara desainer dan bengkel rekayasa untuk menyelesaikan persoalan disabilitas serta persoalan lain di sekitar.

Terdapat empat aspek yang harus dipahami bersama antara desainer dan teknisi bengkel rekayasa dalam menerjemahkan kedua modus teknologi tersebut ke dalam perancangan desain, yaitu (1) kemudahan

untuk dioperasikan, (2) kemudahan untuk dirawat, (3) kemudahan untuk diperbaiki, dan (4) kemudahan untuk diwujudkan. Hal-hal tersebut harus dijadikan dasar dalam melakukan perancangan produk yang didasarkan pada teknologi madya dan teknologi tepat guna. Demikian pula pada perancangan penggerak listrik berbasis baterai untuk kursi roda yang dapat dilepas-pasang, keempat aspek perancangan tersebut menjadi dasar desain yang dibangun. Walaupun beberapa komponen masih harus disediakan dari industri besar, tetapi sebagian komponen dan fabrikasinya sudah harus dilakukan secara lokal. Semisal baterai, motor listrik, dan kontroler masih harus didatangkan dari China. Sedangkan komponen yang lain didapatkan dari ketersediaan lokal, terutama pembuatan *chasis* serta perakitan. Melalui hal ini, maka ketika terdapat kerusakan segera dapat diperbaiki oleh bengkel rekayasa setempat. Demikian pula ketika terdapat masalah baru, maka kolaborasi antara desainer dan bengkel rekayasa lokal segera dapat melakukan pengembangan desain untuk mendapatkan penyelesaian masalah.

3.2.2. Peningkatan kapasitas

Secara mendasar pengetahuan manusia didapatkan secara *tacit* atau tersirat, dengan kata lain pengetahuan yang dipunyai didasarkan pada pengalaman melalui interaksi ketubuhan [11][12]. *Tacit knowledge* atau pengetahuan tersirat merupakan pengetahuan yang dibentuk secara empirik dan diterjemahkan secara teknis-intuitif menjadi pengetahuan melalui refleksi dan perenungan. Kondisi tersebut juga menggambarkan teknisi bengkel mitra kerja penelitian. Walaupun mereka kebanyakan berasal dari sekolah menengah kejuruan Teknik, namun dalam proses perancangan cara berpikir mereka sangat dipengaruhi oleh proses yang disebut *experiential learning* [12] [13]. Merujuk pada kondisi tersebut, maka skema desain partisipatori serta metode perancangan yang digunakan menjadi sangat tepat dikarenakan perancangannya langsung dalam bentuk pemeragaan dan mengerjakan. Melalui pemeragaan dan pengerjaan tersebut maka tubuh membimbing pikiran untuk mencari cara memahami dan disinilah pengalaman terbentuk yang selanjutnya diendapkan untuk diubah menjadi standar, ketentuan serta prosedur kerja.

4. KESIMPULAN

Melalui penelitian dan perancangan yang dilakukan sejak tahun 2020 hingga tahun 2022 dan masih akan berlangsung hingga beberapa tahun kedepan, didapatkan beberapa hal yang dapat menjadi dasar pemikiran baik dalam aspek desain produk dan kontribusi keilmuan desain untuk persoalan kemasyarakatan.

- a. Perancangan produk seyogyanya dimulai dari menyelesaikan masalah-masalah di sekitar, dikarenakan desain sangat berpotensi untuk membantu menanggulangi kesenjangan yang ada atau setidaknya dapat membantu mengambil keputusan penyelesaian masalah.
- b. Dalam menapaki wajah baru dunia pasca pandemi, maka strategi desain yang paling optimal untuk dilakukan dalam menyelesaikan masalah adalah menggunakan model desain partisipatif karena model ini dapat membantu peningkatan kapasitas di masyarakat.
- c. Keilmuan desain khususnya di Indonesia sudah harus memikirkan bagaimana pendidikan desain untuk mengarah pada resiliensi masyarakat terkait situasi yang semakin *volatil*.

PERNYATAAN PENGHARGAAN

- 1) Kami mengucapkan banyak terima kasih kepada RISTEKDIKTI yang telah memberikan kepercayaan dan dukungan pendanaan di tahun penelitian 2022.
- 2) Kami mengucapkan banyak terima kasih kepada LPPM Universitas Kristen Duta Wacana yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian melalui pendanaan di tahun 2020 hingga 2021.
- 3) Kami mengucapkan banyak terima kasih kepada Fakultas Arsitektur dan Desain UKDW yang telah menyemangati dan memberikan dukungan melalui pendanaan di tahun 2020 hingga tahun 2021.
- 4) Kami mengucapkan banyak terima kasih kepada CV. Bengkel PIRUS yang telah menjadi mitra kerja kami dalam beberapa tahun terakhir dan akan terus berlanjut dalam kemitraan kedepan.
- 5) Kami mengucapkan banyak terima kasih kepada United Cerebral Palsy Roda Untuk Kemanusiaan (UCPRUK) Indonesia yang menjadi mitra kerja dalam penelitian dan memberikan dukungan teknis sehingga penelitian dan perancangan terselenggara dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] World Health Organization, "Guidelines on the provision of manual wheelchairs in less resourced settings," Geneva, 2008. [Online]. Available: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43960/?sequence=1>.
- [2] Wikipedia, "Transport," 2020. <https://en.wikipedia.org/wiki/Transport> (accessed Nov. 16, 2022).
- [3] Micromobility Industries, "Micromobility Manifesto," 2022. <https://micromobility.io/manifesto> (accessed Nov. 16, 2022).
- [4] W. adhitia Guspara, "Design Science: Approach to Build Design Thinking for Student," *Int. J. Creat. Arts Stud.*, vol. 7, no. 1, pp. 19–31, 2020, doi: 10.24821/ijcas.v7i1.4166.
- [5] W. A. Guspara and L. K. P. Saputra, "Perluasan Mobilitas Pengguna Kursi Roda dalam Konsep Urban Micro-Mobility," in *Seminar Nasional Desain Sosial*, 2021, pp. 88–100.
- [6] E. F. Schumacher, *Small Is Beautiful*, First. New York: Harper & Row Publishers, 1975.
- [7] D. Schumacher, *Small is Beautiful in the 21st Century: The Legacy of E.F. Schumacher*, First. Cornwall: Green Books Ltd, 2011.
- [8] S. Holmlid, "Participative, Co-Operative, Emancipatory: From Participatory Design To Service Design," in *Nordic Conference on Service Design and Service Innovation*, 2009, pp. 1–14, [Online]. Available: <http://www.servdes.org/pdf/2009/holmlid.pdf>.
- [9] N. Ind and N. Coates, "The meanings of co-creation," in *European Business Review*, 2013, vol. 25, no. 1, pp. 86–95, doi: 10.1108/09555341311287754.
- [10] H. Sanoff, "Multiple views in Participatory Design," *Focus (Madison)*, vol. VII, no. 2, pp. 11–21, 2010.
- [11] M. Polanyi, *Personal Knowledge*, Second. Routledge, 1962.
- [12] D. A. Schon, *The Reflective Practitioner*, First. United States of America: Basic Books, Inc, 1983.
- [13] D. A. Kolb, *Experiential Learning*, Second. United States of America: Pearson Education, Inc, 2015.