Perluasan Mobilitas Pengguna Kursi Roda dalam Konsep Urban *Micro-Mobility*
(Perancangan *Detachable Electric Drive for Wheelchair*)

Winta Adhitia Guspara
Desain Produk, Fakultas Arsitektur dan Desain, Universitas Kristen Duta Wacana
guspara@staff.ukdw.ac.id

L. Kuncoro Probo Saputra
Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Duta Wacana
kuncoro@staff.ukdw.ac.id

ABSTRAK
Program Sustainable Development Goals (SDGs) yang terkait dengan implementasi keseteraan layanan dan akses difabel khususnya pengguna kursi roda masih berkendala pada kemampuan mobilitas. Salah satu faktor kendala yang muncul adalah terbatasnya jangkauan pergerakan pendek (micro-mobility) yang disebabkan oleh terbatasnya ketahanan kayuhan roda oleh pengguna. Terkait dengan hal tersebut maka pengguna kursi roda membutuhkan alat berupa detachable electric drive for wheelchair untuk memperluas radius jangkauan yang didasarkan pada ketepatgunaan/kelayakan (appropriateness) terkait dengan kesiap-terapan teknologi dan sosial.

Konsep perancangan alat bantu yang dirancang adalah berbasis enerji listrik dan menggunakan konsep penarik depan (front wheel drive). Penggunaan enerji listrik lebih memudahkan dalam pengisian kembali catu daya sejauh terdapat jaringan listrik. Lebih lanjut lagi, konsep pengembangan ini mengacu pada battery sharing sehingga stasiun pengisian catu daya tidak memerlukan fasilitas yang besar seperti mengisi bahan bakar jenis fosil.

Terdapat beberapa persoalan yang harus diselesaikan terkait dengan perancangan sistem urban micro-mobility khususnya alat bantu penarik kursi roda, yaitu (1) detachment system dari bagian kendali ke kursi roda, (2) pengisian catu daya, dan (3) battery sharing. Terkait dengan persoalan tersebut, maka artikel ini ingin lebih mendiskusikan alternatif desain yang dapat digunakan. Menjawab hal-hal tersebut, maka pendekatan yang dilakukan menggunakan Research Through Design. Melalui kegiatan praktis perancangan serta mewujudkan Detachable Motor Drive for Wheelchair, maka didapatkan sebagain aspek mendasar dari pergerakan pendek yang bersifat inklusi.

Kata Kunci: kursi roda, urban micro-mobility, detachable electric drive, appropriateness, research through design.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Keberadaan *micro-mobility* atau "pergerakan pendek" sebagai bagian dari transportasi menempati bagian penting dalam sebuah cetak biru kota atau ruang urban. Pemikiran mengenai pergerakan pendek tidak hanya tentang pergerakan dari titik "A" menuju titik "B", namun juga mempertimbangkan kecepatan dan waktu tempuh yang menghubungkan ruang tinggal dengan ruang aktivitas lain di sekeliling ruang tinggal, seperti rumah ke pasar atau rumah ke tempat kerja. Saat ini, keberadaan jenis kendaraan pergerakan pendek di kota mempunyai masalah karena tidak memungkinkan lagi untuk memacu kecepatan di kepadatan kota. Permasalahan pergerakan pendek juga sangat terkait dengan pemenuhan hak akses bagi kursi roda. Definisi yang disusun oleh WHO mengatakan bahwa kursi roda merupakan sebuah alat yang dirujuk kepada orang yang mempunyai kesulitan untuk berjalan dan melakukan mobilitas (World Health Organization, 2008).

Tindak lanjut yang dilakukan WHO adalah kemudian melakukan upaya-upaya pengembangan desain kursi roda dan meluncurkan sebuah konsep yang dinamai "*appropriate wheelchair*" atau diterjemahkan dalam pemahaman masyarakat Indonesia sebagai "kursi roda yang adapatif bagi pengguna atau kursi roda ramah pengguna". Konsep *appropriate wheelchair* ini kemudian dilanjutkan melalui program yang terdapat pada Program ke-10 di Sustainable Goal Development (SDGs) pada tahun 2015, khususnya mengenai kesempatan pengguna kursi roda untuk mendapatkan kemandirian dan pemberdayaan sehingga dapat mengakses kebutuhannya termasuk keperluan di luar rumah. Salah satu contoh rangkaian program tersebut diwujudkan oleh United Cerebal Palsy Roda Untuk Kemanusiaan (UCPRUK) dengan menyalurkan 839 kursi roda kepada mitra-mitranya di seluruh Indonesia, khususnya di Yogyakarta sebesar 346 unit (41%) di tahun 2018 seperti terlihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Daftar distribusi kuris roda 2018 (Sumber: Annual report UCPRUK, 2018)

Daerah Layanan	F	M	Grand Total
ACEH	49	77	126
BALI	7	18	25
BANTEN	23	20	43
DIY	140	206	346
DKI JAKARTA	14	25	39
JAWA BARAT	38	39	77
JAWA TENGAH	45	100	145
JAWA TENGAH	1		1
JAWA TIMUR	10	7	17
KALIMANTAN BARAT		1	1
KALIMANTAN SELATAN		1	1
KEPULAUAN RIAU		1	1
LAMPUNG	1		1
NUSA TENGGARA BARAT	3	4	7
NUSA TENGGARA TIMUR	5	3	8
SUMATERA BARAT	1		1
Grand Total	337	502	839

Menempatkan jenis kendaraan yang mempunyai "ukuran dan adaptasi" yang tepat terutama mobilitas kursi roda di jalan kota sangat terkait dengan perilaku mobilitas, luasan yang ditempuh, konsumsi serta jenis bahan bakar yang digunakan. Perkaranya ialah, bagaimana kemudian konsep ukuran dan adaptif pada kursi roda tersebut diterjemahkan dalam desain pergerakan pendek di kota. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan desain sistem pendukung aksesibilitas kursi roda sehingga dapat memperluas radius jangkauan termasuk bepergian ke luar rumah dengan contoh kasus jalanan kampung-kota di Yogyakarta. Permasalahan ini menjadi penting untuk diselesaikan mengingat bahwa tidak hanya mengenai perluasan radius mobilitas yang terselesaikan, namun juga kemudian membentuk ekosistem sosio-ekonomi dimana muncul komunitas serta bengkel reparasi ataupun pendukung lain. Pendekatan penyelesaian yang ditempuh dalam menjawab permasalahan dan mencapai tujuan yang dikehendaki adalah *Research Through Design*. Pendekatan ini berfokus pada bagaimana sebuah desain dapat menyelesaikan sebuah masalah dan memproduksi pengetahuan praktis.

Argumentasi

Dasar pemikiran yang dibangun melalui artikel ini adalah membiasakan penelitian dan perancangan menggunakan pendekatan inklusi untuk menghasilkan pengetahuan serta produk yang berprinsip inklusi. Disamping itu, artikel ini juga berkontribusi dalam memberikan cara pandang desain berkelanjutan (*sustainable design*) melalui cara pandang *appropriateness* (kesesuaian atau ketepat-gunaan). Empat karakteristik dasar dalam cara pandang *appropriateness* adalah (1) mudah untuk dioperasikan, (2) mudah untuk dirawat, (3) mudah untuk diperbaiki, dan (4) mudah untuk dibuat. Berdasar empat karateristik tersebut maka cakupan yang harus dipikirkan dalam penelitian dan perancangan dalam dunia desain harus dapat meliputi wilayah yang lebih komprehensif, ketimbang hanya memikirkan aspek estetiknya saja. Semisal bagaimana pembuatan produk harus mempertimbangkan keberadaan material yang dengan mudah didapatkan, atau semisal bagaimana kemudian produksi dari sebuh produk melibatkan bengkel atau rumah produksi setempat sehingga mudah juga untuk diadakan layanan perbaikan. Keberlanjutan akan lebih optimal jika masalah yang diselesaikan adalah masalah lokal dengan menggunakan sumber daya lokal. Operasi yang luas dan besar membutuhkan jaringan suplai dan waktu yang lebih daripada jika segala sesuatunya bisa didapatkan dari wilayah setempat.

Perancangan yang dilakukan untuk memwujudkan *detachable electric drive for wheelchair* juga mempertimbangkan agenda nasional tentang produksi baterai. Terdapat hal-hal yang menjadi bagian dari agenda perancangan ini yaitu kesiapan masyarakat dalam menerima peralihan teknologi baik dalam aspek utilitas serta ekonomi dan turut berkontribusi dalam penyerapan baterai yang diproduksi melalui kebutuhan-kebutuhan desain. Melalui agenda tersebut diharapkan bahwa masyarakat akan lebih terpapar dengan proses desain sehingga ketika harus menyambut fenomena masyarakat 5.0 sudah dapat berdapatasi dengan optimal.

KAJIAN TEORI

Kebutuhan Pergerakan Pendek

Keberadaan *micro-mobility* sebagai bagian dari transportasi menempati bagian

penting dalam sebuah cetak biru kota atau ruang urban. Pemikiran mengenai transportasi dalam kajian ini tidak hanya tertuju kepada moda transportasi seperti mobil atau kereta, namun lebih menekankan kepada mobilitas serta akses yang menghubungkan ruang tinggal dengan ruang aktivitas lain di sekeliling ruang tinggal, seperti rumah ke pasar atau rumah ke tempat kerja (Hanson, 2015). Perspektif mobilitas dan akses kemudian akan mengerucut kepada 'waktu tempuh' yang dibutuhkan untuk menjangkau satu tempat ke tempat lain. Melalui kerangka berpikir ini maka lahirlah pemikiran lanjutan yang menekankan kepada kecepatan dalam performa transportasi, seperti desain *stroke* motor bakar dan volume ruang bakar yang menentukan kecepatan sepeda motor untuk mempercepat waktu tempuh.

Saat ini, keberadaan jenis motor bakar yang mempunyai waktu tempuh tinggi, khususnya di kota memunyai masalah yang pelik. Situasi yang tersedia di kota tidak memungkinkan lagi bagi motor bakar dengan ruang bakar besar untuk memacu kecepatannya. Jalan sebagai jalur pacu telah sesak dipenuhi oleh kepadatan berbagai jenis kendaraan dengan sedikit peluang untuk dilakukan pelebaran. Gambaran kepadatan kota dipertajam melalui aturan berupa rambu-rambu yang mengharuskan kecepatan tempuh kendaraan di kota berkisar 40 km/jam. Aturan kecepatan tempuh yang diijinkan untuk jalanan kota memberikan alternatif dalam dunia moda transportasi yang kemudian dikembangkan menjadi cara pandang baru untuk menempatkan jenis kendaraan yang memunyai "ukuran" tepat bagi jalan kota. Ukuran yang dimaksud dalam perspektif pergerakan pendek tidak hanya dipandang berdasar pada ukuran fisik kendaraan dan ruang bakar, namun juga terkait dengan perilaku mobilitas, luasan yang ditempuh, konsumsi serta jenis bahan bakar yang digunakan. Perkaranya ialah, bagaimana kemudian konsep ukuran tersebut diterjemahkan dalam desain pergerakan pendek.

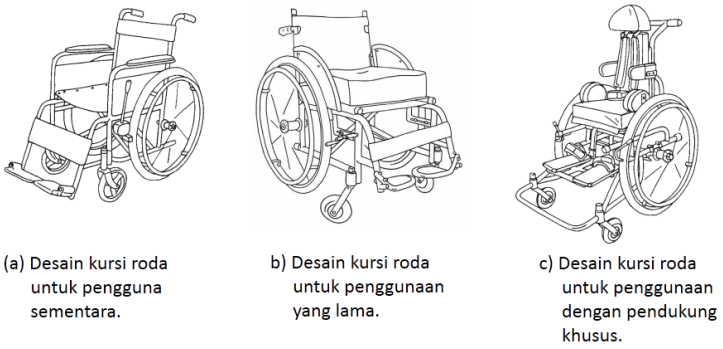
Berdasar pada pengamatan awal desain pergerakan pendek jenis transportasi sepeda listrik yang melintas di kota Yogyakarta, didapatkan bahwa demografi pengguna ialah perempuan dan orang tua. Hasil pengamatan ini memberi dugaan mengenai keterkaitan spesifikasi kemampuan pengguna dengan pemilihan jenis transportasi. Sebagai tindak lanjut, maka dilakukan wawancara awal kepada dua responden yang menggunakan transportasi sepeda listrik. Hasil dari wawancara tersebut mengatakan bahwa pemilihan jenis transportasi yang digunakan didasarkan pada beberapa pertimbangan yaitu (1) mudah dikendarai, (2) ukuran tidak besar sehingga mudah untuk dipindahkan, (3) pengisian daya tidak rumit karena menggunakan enerji listrik, (4) jarak yang ditempuh tidak jauh, (5) sebagai pengganti mobilitas berjalan kaki, dan (6) tidak memerlukan kelengkapan surat layak jalan bagi transportasi serta pengguna.

Kecepatan, waktu tempuh, dan akses menjadi aspek penting dari ukuran moda pergerakan pendek. Bersandar kepada kajian Dediu (……) serta hasil dari inkuiri, maka terdapat berbagai kemungkinan yang dapat terjadi pada pergeseran moda pergerakan pendek, diantaranya ialah (1) pengembangan motor bakar yang memunyai ruang bakar kecil dan (2) pengembangan transportasi pergerakan

pendek berbasis enerji listrik. Hasil penting dari pergeseran prinsip kecepatan dan pengembangan sarana mobilitas ini memberikan ruang lebih untuk pengguna perempuan, lansia atau pengguna kursi roda. Dasar dari kemungkinan ini ialah kemampuan penguasaan terhadap kendaraan yang meliputi (1) *handling* (i.e. memindahkan, mendorong, menyandarkan) dan (2) *manuver* (i.e. mengarahkan, menjalankan, menghentikan). Kedua penguasaan ini kemudian akan merujuk kepada beberapa aspek pengguna yang menjadi dasar pertimbangan dalam desain moda pergerakan pendek, seperti kemampuan (1) berpikir (*thinking*), (2) gerak (*locomotion*), (3) jangkauan serta rentang (*reach and stretch*), dan (4) ketrampilan (*dexterity*).

Pergerakan Pendek Kursi Roda

Pengembangan kursi roda adaptif atau kursi roda ramah pengguna sudah banyak dikembangkan dari tiga jenis kursi roda utama (Gambar 1). Namun demikian pengembangan yang dilakukan masih mempunyai ruang penelitian yang cukup besar terutama berkaitan dengan akses jalanan kota dan konsep *urban micro-mobility*. Sebagai contoh adalah pengembangan kursi roda manual dan driver yang secara independen dapat di bongkar pasang sesuai dengan kebutuhan akses.



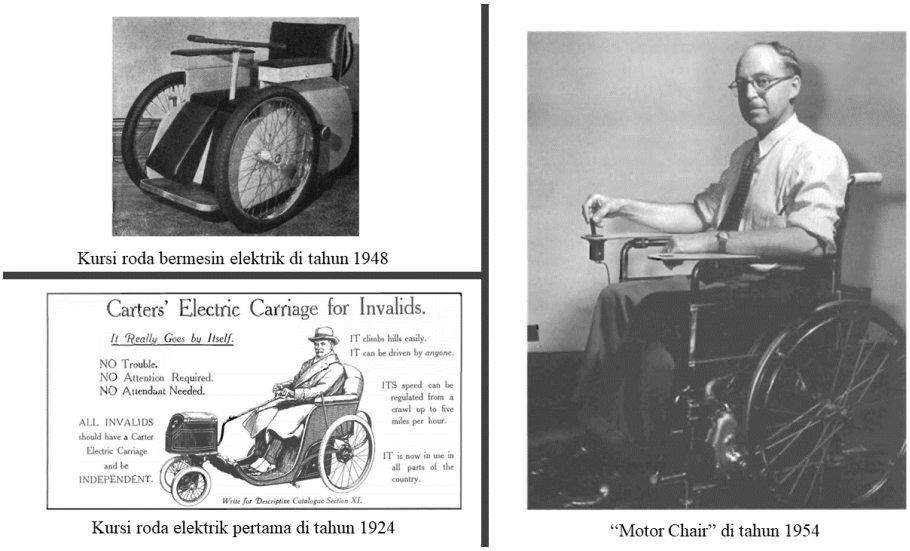
(a) Desain kursi roda untuk pengguna sementara.

b) Desain kursi roda untuk penggunaan yang lama.

c) Desain kursi roda untuk penggunaan dengan pendukung khusus.

Gambar 1. Jenis utama kursi roda. (Sumber: (World Health Organization, 2008)

Dari tiga jenis utama kursi roda tersebut, yang banyak mengalami pengembangan adalah (1) jenis kursi roda untuk penggunaan yang lama termasuk kepada pengembangan kursi roda untuk aktivitas *paralimpy*c supaya memudahkan dalam bergerak serta meraih tanpa menambah tekanan pada sistem tulang belakang (Rory A. Cooper; Arthur JAson De Luigi, 2014) dan (2) jenis kursi roda yang memiliki pendukung khusus termasuk pengembangan alas duduk dan komponen penyangga postur untuk survivor *paraplegia* dan *cerebal palsy* (Nick Watson; Brian Woods , 2005). Selain itu sesungguhnya perkembangan kursi roda (Gambar 2) dari manual menjadi kursi roda elektrik sudah dikembangkan sejak tahun 1924 yang menyerupai bemo dengan empat roda bertenaga elektrik. Pengembangan kursi roda elektrik tersebut terus berkembang hingga akhir perang dunia kedua di tahun 1948 dengan bentuk kursi bermesin elektrik hingga disempurnakan baik bentuk dan efektifitas penggunaannya di tahun 1954 dengan nama “motor chair”.

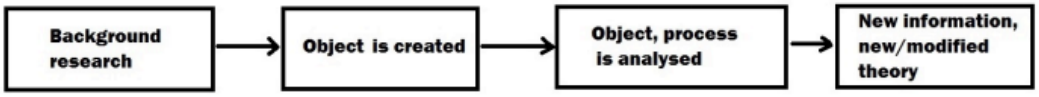


Gambar 2. Pengembangan kursi roda elektrik. Sumber: (Brian Woods; Nick Watson, 2003)

Keterkaitan kursi roda baik manual maupun elektrik dengan *micro-mobility* terletak pada akses tempat umum yang dilakukan oleh para pengguna kursi roda, seperti jalan sekitar rumah, jalan kota, pelayanan publik, kantor pemeritah, rumah sakit, sekolah, dan pasar. Dapat diartikan bahwa kursi roda merupakan satu-satunya alat bantu transport yang dapat digunakan oleh para pengguna kusi roda untuk melakukan akses dunia luar tempat tinggalnya. Situasi ini selain berbicara mengenai hak akses dan kesetaraan, juga berbicara mengenai kemandirian dan kepercayaan diri para pengguna kursi roda terutama pengembangan kursi roda yang tepat guna/*appropriate* di negara-negara berkembang (Jon Pearlman; Rory A. Cooper; Emily Zipfel; Rosemarie Cooper; Mark McCartney, 2006) (Emily Zipfel; Rory A. Cooper; Jon Pearlman; Rosemarie Cooper; Mark McCartney, 2007).

METODOLOGI

Research Through Design (RTD) dipilih sebagai pendekatan dalam penelitian ini dikarenakan memiliki cara pandang dan tahapan yang lebih menekankan terhadap: (1) interaksi manusia sebagai sentral penelitian dengan produk dan lingkungan sebagai objek sehingga dapat membantu menjawab perkara desain yang muncul dan (2) memproduksi pengetahuan dengan melakukan proses *practical* (John Zimmerman; Jodi Forlizzi; Shelley Evenson, 2007). Situasi yang digambarkan dalam RTD sebagai penelitian melalui objek desain (Gambar 3) menjadi pijakan terhadap cara pandang yang sedang dibangun oleh peneliti khususnya metode sintesis dan perancangan desain yang diberi nama P.I.R.U.S (Tabel 2) dengan metode analisis yang menekankan kepada interaksi kebutuhan-aktivitas-komponen produk (Gambar 4).

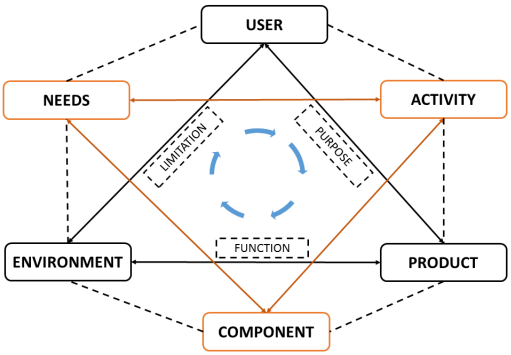


Gambar 3. Alur penelitian Research Through Design. (Sumber: (Richard, 2019)

Tabel 2. Alur penelitian PIRUS. Sumber: (Guspara, Design Science: Approach to Build Design Thinking for Student, 2019)

ACTIVITY	INFORMATION
Prototyping	Modeling by considering the newest products on the intended design issues. The aspects which are considered in this stage include body dimensions (static and dynamic anthropometry), operating systems, component functions, inter-component work, materials used, fabrication techniques, shapes, and uses. The results of these considerations are the form of product specifications and maps of the required user capabilities that need to make a basic model.
Interaction	A data collection on the relationship between product-user-environment through direct trials using a model that has been made. The trial that must be done is doing against prospective users by taking into calculating the operation needs to get feedback from the user.
Re-engineering	Prototyping improvement based on the result of the trial by developing in more detail the technical performance and still taking into account external factors.
Utilization	Planning of support capacity that has possible for operations related to other broader needs, including giving more users to be able to carry out operations.
Synthesize	The zoom in - zoom out the process for all aspects involved and connected to each other.

Metode PIRUS (Guspara 2019) dipilih karena penelitian ini dimulai dari meihat produk-produk yang sudah ada serta terkini. Tugas penelitiannya adalah melakukan pengembangan produk dan memasukkan pertimbangan keberlanjutan melalui konsep tepat guna dalam aspek utilitas juga ekonomi. Sebagai penajaman pada fase interaction diperlukan sebuah metode yang sebangun untuk dapat melihat serta menerjemahkan langsung dari aspek pengguna, lingkungan, dan produk kepada komponen-komponen yang dibutuhkan dalam pengembangan produk. Demikian maka metode heksagram interkasi pengguna-produk-lingkungan (Guspara 2019) dipadupadankan untuk mencapai perancangan yang optimal dari aspek utilitas dan pengguna.



Gambar 4. Heksagram Interaksi Pengguna-Produk-Lingkungan
Sumber: (Guspara, Design Science: Approach to Build Design Thinking for Student, 2019)

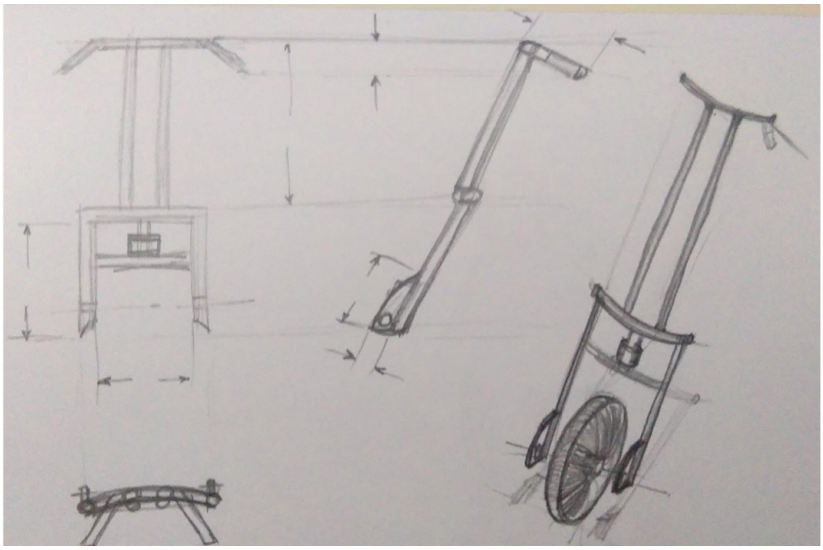
PEMBAHASAN

Lokasi penelitian mengambil tempat di Kota Yogyakarta dengan beberapa pertimbangan, yaitu:

1. Kemudahan akses peneliti untuk berinteraksi terhadap masyarakat dan komunitas pengguna kuris roda.
2. Waktu penelitian dilakukan antara waktu mengajar dan aktivitas kampus.
3. Mempunyai mitra yang dapat membantu untuk membuatkan model atau purwarupa.

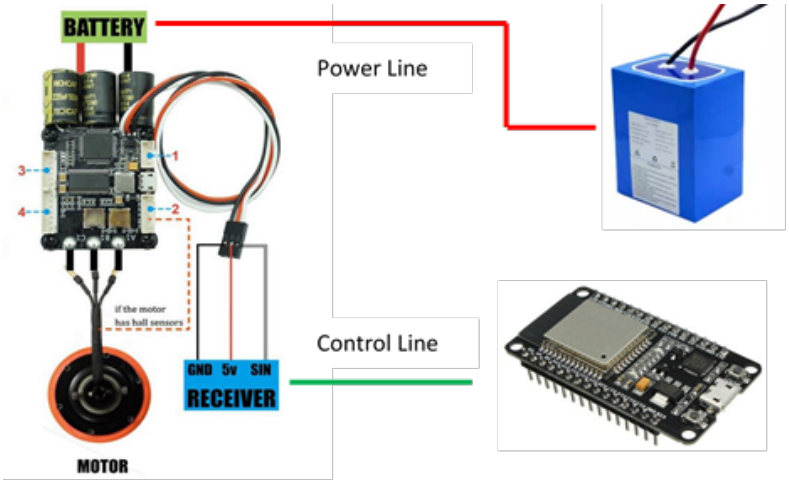
Kriteria bengkel yang menjadi mitra adalah (1) memiliki peralatan pembuatan komponen dan fabrikasi yang memadai seperti mesin bubut, mesin milling, mesin frais, dan peralatan las TIG, (2) sifat bengkel adalah bengkel rekayasa spare-part atau komponen, (3) mempunyai divisi atau kemampuan untuk melakukan penelitian dan pengembangan produk, (4) termasuk dalam jenis UKM atau home industri, dan (5) akses tidak jauh dan mudah.

Perancangan adaptive wheelchair untuk pergerakan pendek ini mengambil model pengerak depan. Pada penggerak depan rancangan penggerak hanya mempunyai 1 roda dan sekaligus berfungsi sebagai motor driver (Gambar 5).



Gambar 5. Rancangan pengggerak depan. (Sumber: Guspara, 2020)

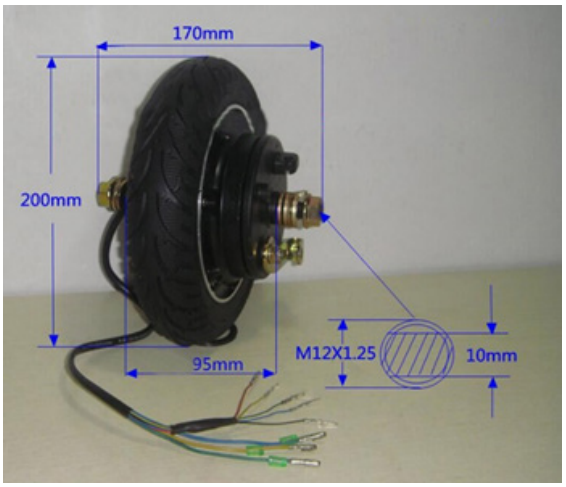
Penggerak elektrik kursi roda dibagi menjadi tiga bagian besar (Gambar 6), yaitu (1) motor, (2) baterai, dan (3) pengendali. Motor listrik sebagai penggerak memiliki jenis motor berupa brushless motor dengan sumber daya mengunakan daya listrik DC. Jenis brushless motor sering digunakan sebagai motor dalam sepeda listrik maupun otoped listrik. Sebagai sumber daya listrik, sistem penggerak ini menggunakan baterai dengan tipe LiFePO4. Sistem pengendali (controller) memiliki dua sistem, yaitu sistem pengendali penyaluran daya motor dan sistem pengendali kursi roda.



Gambar 6. Rancangan sistem penggerak elektrik. (Sumber: Saputra, 2020)

Penggerak elektrik dibutuhkan untuk mendukung mobilitas kursi roda. Pada tahap perancangan ini, penggerak elektrik yang digunakan brushless motor (Gambar 7) dengan spesifikasi:

- Rated power: 350 W
- Voltage: 24 V
- Speed: 800RPM (400-1000RPM)
- Motor efficiency: ≥ 83%
- Rim Size: 8inch
- Certification: CE ,CCC,ROHS
- Speed: 12-28KM/h
- Diameter : 200mm with tire
- Weight:about 3KGS



Gambar 7. Brushless motor DC & roda penggerak. (Sumber: Saputra, 2020)

Tuas kendali atau stang dibuat menggunakan pipa hitam ukuran 1 (satu) inch dengan struktur 2 (dua) berjajar sampai ke atas dengan tujuan untuk menambah stabilitas serta sebagai support (Gambar 8) untuk dudukan baterai (Gambar 9).

Pada bagian atas stang juga diberi penguat struktur berupa segitiga yang terhubung dengan tuas kemudinya (Gambar 8). Kemudian untuk dapat menggabungkan antara kendali elektrik dengan kursi roda dibuatkan tuas penghubung (penghubung genggam) yang terpasang pada stang (Gambar 10).

Gambar 8. Kemudi tipe penggerak depan. (Sumber: Guspara, 2020)

Gambar 9. Posisi baterai untuk tipe penggerak depan. (Sumber: Guspara, 2020)

Gambar 10. Penghubung genggam. (Sumber: Guspara, 2020)

Sebutan kursi roda adapatif masih menjadi perbincangan hingga hari ini, tidak hanya mengenai adaptif untuk siapa, tetapi juga adapatif terhadap hubungan antar aspek yang mana. Merujuk kata adaptif sendiri melalui KBBI daring akan dapat diartikan bahwa adaptif adalah kata sifat dari mudah menyesuaikan dengan keaadaan. Sedangkan jika dilihat dari akar kata yang digunakan untuk menandai kurisi roda adaptif oleh WHO melalui Merriam-Webster daring adalah menyediakan, berkontribusi terhadap sesuatu, ditandai atau berkaitan dengan sesuatu. Jika melihat rujukan makna kata adaptif dari dua cara pandang tersebut dan dihadapkan kepada pengalaman yang didapat ketika melakukan penelitian ini maka terdapat beberapa ruang lingkup yang dapat masuk dalam makna “adaptif”, yaitu:

a. Objek yang mempunyai kesesuaian dengan spektrum pengguna.

b. Objek yang dapat mempunyai kelenturan dan/atau ketegaran untuk melakukan penyesuaian dengan lingkungan sekitarnya.

c. Objek yang dapat menerima modifikasi untuk dapat disesuaikan.

Sehingga objek yang dalam hal ini adalah kursi roda dapat dimakanai dengan kalimat “kursi roda yang disesuaikan untuk pengguna, mempunyai ketegaran dan kemampuan berinteraksi dengan lingkungan sekitar serta mudah untuk dilakukan modifikasi”. Demikian pula halnya dengan hasil dari penelitian serta perancangan *detachable electric drive for wheelchair* menggunakan penggerak depan (Gambar 11 dan 12), adapatasi tidak hanya melekat kepada produk serta pengguna, tetapi diantaranya juga kepada kesiapan-kesiapan aspek pendukungnya seperti penyedia komponen produk, bengkel fabrikasi, aturan lalu lintas, ketersediaan pengisian catu daya.

Gambar 11. Attachment kepada kursi roda. (Sumber: Guspara, 2020)

Gambar 12. Generasi pertama detachable electric drive for wheelchair.
(Sumber: Guspara, 2020)

SIMPULAN & REKOMENDASI

Perbaikan perancangan penghubung genggam mengahilkan dua rekomendasi, yang pertama adalah memposisikan sudut stang kemudi lebih condong ke arah kursi roda dan model kedua memposisikan stang kemudi lebih tegak lurus dengan kursi roda. Keduanya kemudian diuji coba dengan dijalankan di tempat yang rata dan jalan tekstur berkonblok. Hasil yang didapatkan adalah:

a. Stang kemudi yang lebih condong kearah pengemudi memperkecil dimensi sehingga menghasilkan akses serta maneuver yang lebih baik untuk masuk di ruang sempit, semisal lift atau koridor.

b. Ban 10 inch lebih sesuai digunakan pada jalan yang rata dan halus, akan tetapi ketika digunakan pada jalan berkonblok sering mendapat masalah dengan manuvernya. Kelebihan diameter 10 inch yang lain adalah mempunyai radius putar yang kecil sehingga dapat manuver pada tempat-tempat sempit.

c. Daya motor 350 watt tidak sesuai dengan jalan berkonblok dan tidak rata karena kurang kuat untuk menghasilkan daya tarik/dorong.

Berdasar dari hasil uji coba tersebut maka penelitian dilanjutkan dengan membeli roda yang diameternya sedikit lebih besar yaitu 12 inch dengan kapasitas daya yang lebih besar juga sebesar 1000 watt 48VA.

DAFTAR PUSTAKA

Brian Woods; Nick Watson. 2003. “A Short History of Powered Wheelchairs.” *Assistive Technology: The Official Journal of RESNA* 164-180.

Emily Zipfel; Rory A. Cooper; Jon Pearlman; Rosemarie Cooper; Mark McCartney. 2007. “New Design and Development of a Manual Wheelchair for India.” *Disabilities and Rehabilitation.* Informa Healthcare. 949-962.

Guspara, Winta A. 2019. "Design Science: Approach to Build Design Thinking for Student." *International Journal of Creative and Arts Studies* (Graduate School of Indonesia Institute of the Arts Yogyakarta Indonesia) 19-31.

Hanson, Susan. 2015. "Transportation Geographies and Mobilities Studies." In *Transport, Mobilities, and the Production of Urban Space*, by Julie Cidell and David Prythrech, 3-11. New York: Routledge.

John Zimmerman; Jodi Forlizzi; Shelley Evenson. 2007. "Research Through Design as Method for Interaction Design Research in HCI." *CHI 2007 Proceedings Design Theory.* San Jose. 493-502.

Jon Pearlman; Rory A. Cooper; Emily Zipfel; Rosemarie Cooper; Mark McCartney. 2006. "Towards the Development of an Effective Technology Transfer Model of Wheelchairs to Developing Countries." *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology.* Taylor & Francis. 2013-110.

Nick Watson; Brian Woods . 2005. "The Origins and Early Developments of Special/Adaptive Wheelchair Sitting." *The Society for the Social History of Medicine.* 459-474.

Richard, Herriott. 2019. "What Kind of Reserach is Research Through Design." *IASDR* 1-11.

Rory A. Cooper; Arthur JAson De Luigi. 2014. "Adaptive Sports Technology and Biomechanics: Wheelchairs." *Paralimpyc Sports Medicine and Science.* USA: The American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation . S31-S39.

World Health Organization. 2008. *Guidlines on the provison of manual wheelchairs in less resourced settings.* Geneva: WHO Press.