



Perancangan dan pengembangan *connector wheelchair* sebagai alat bantu tuna daksa

Happy Ernesto Putra,^{1*} Sunday Noya¹

¹ Program Studi Teknik Industri, Universitas Ma Chung Malang, Indonesia

Abstract

In recent years the world community has begun to pay attention to the rights of disabled people not least the Government and the people of Indonesia. Much effort has been made from law enforcement to the provision of assistance to disabled people. The object of this research is disabled people in Malang. There is still a lack of facilities for disabled in terms of accessibility and uniqueness in Indonesia that are able to sell motorcycles with a large number, as well as with the development of smartphone technology that gave rise to the phenomenon of GoJek provides the idea to make transportation equipment safe, comfortable and cheap for disabled people tuna daksa. The tool is a wheelchair that can be attached to a motorcycle (connector wheelchair). The design and development of wheelchair connector is done using QFD phase 1 and Ergonomic method. The benefit of QFD 1 is to get wheelchair connector specifications. The output of this research is 3D design.

Key words: disabled people, QFD, ergonomic, product design

Abstrak

Beberapa tahun belakangan ini masyarakat dunia mulai memperhatikan hak-hak penyandang disabilitas, tidak terkecuali pemerintah dan masyarakat Indonesia. Banyak upaya yang telah dilakukan mulai dari pembuatan undang-undang hingga pemberian bantuan kepada penyandang disabilitas. Obyek penelitian adalah penyandang tuna daksa di Malang. Masih kurangnya fasilitas bagi tuna daksa dalam hal aksesibilitas dan keunikan di Indonesia yang mampu menjual sepeda motor dengan jumlah yang banyak, serta dengan perkembangan teknologi *smartphone* yang memunculkan fenomena ojek *online* tersebut memberikan ide untuk membuat alat bantu transportasi yang aman, nyaman, dan murah bagi penyandang tuna daksa. Alat bantu tersebut ialah kursi roda yang dapat dipasangkan ke sepeda motor (*connector wheelchair*). Perancangan dan pengembangan *connector wheelchair* dilakukan menggunakan metode QFD tahap 1 dan Ergonomi. Manfaat dari QFD 1 adalah untuk mendapatkan spesifikasi *connector wheelchair*. Luaran dari penelitian ini adalah 3D desain.

Kata kunci: tuna daksa, QFD, ergonomi, desain produk

1. Pendahuluan

Beberapa tahun belakangan ini masyarakat dunia mulai memperhatikan hak-hak penyandang disabilitas, tidak terkecuali Pemerintah dan masyarakat Indonesia. Banyak upaya yang telah dilakukan mulai dari pembuatan undang-undang hingga pemberian bantuan kepada penyandang disabilitas. Namun ada beberapa permasalahan penyandang disabilitas yang belum sepenuhnya terselesaikan. Undang-undang Nomor 8 Tahun 2016 menyatakan bahwa sebagian besar penyandang disabilitas di Indonesia hidup dalam kondisi rentan,

terbelakang, dan miskin (Pemerintah Republik Indonesia, 2016). Hal tersebut disebabkan karena masih adanya pembatasan, hambatan, kesulitan, dan pengurangan atau penghilangan hak penyandang disabilitas. Salah satu pelaksanaan dan pemenuhan hak penyandang disabilitas adalah pemenuhan hak aksesibilitas.

Badan Pusat Statistik menyebutkan bahwa Indonesia memiliki jumlah penduduk lebih dari 230 juta orang yang 62 % di antaranya berdomisili di Pulau Jawa (Anonim, 2012). Padahal kenyataannya luas Pulau Jawa hanya 7,2 % dari total luas wilayah Indonesia, sehingga masalah transportasi umum di

* Koresponden penulis e-mail : ernesthappy7@gmail.com

Indonesia menjadi bertambah rumit. Kondisi ini menyebabkan terbatasnya ruang, biaya, dan keamanan yang dapat disediakan bagi penyandang disabilitas. Hampir semua fasilitas transportasi di Indonesia tidak teratur dan penuh sesak manusia, sehingga tidak ada kemungkinan menyediakan aksesibilitas yang memadai bagi penyandang disabilitas.

Infrastruktur di Indonesia yang ramah bagi seseorang yang memiliki kelainan fisik atau mental (difabel) masih terbilang minim. Umumnya, fasilitas yang dapat digunakan oleh tuna daksa untuk bepergian jauh adalah mobil, bis, dan lain-lain. Akan tetapi tidak semua penyandang disabilitas mempunyai mobil dan bisa menggunakan kendaraan umum. Hingga saat ini, belum ada fasilitas sederhana yang mampu mengantarkan mereka ke tempat-tempat yang berada di sekitar tempat tinggal mereka dengan dengan aman, nyaman, dan murah. Disisi lain, Indonesia mempunyai keunikan tersendiri yaitu jumlah kepemilikan kendaraan sepeda motor yang sangat tinggi. Menurut detikOTO data penjualan sepeda motor di Indonesia periode Januari-Juni 2017 sebanyak 2.700.546 unit (Rahadiansyah, 2017).

Dewasa kini perkembangan teknologi *smartphone* berkembang begitu pesat. Banyak aplikasi-aplikasi *online* yang membantu memudahkan penggunaanya dalam melakukan aktivitas. Hal tersebut membuat sebagian orang menciptakan aplikasi yang bergerak di bidang jasa antara lain, GoJek, Grab, dan lain-lain. Kini fenomena jasa ojek *online* sudah sangat populer di beberapa kota di Indonesia. Selain murah, sepeda motor juga bisa menjangkau daerah yang tidak bisa dilalui mobil dan kendaraan umum lainnya. Masih kurangnya fasilitas bagi tuna daksa dalam hal aksesibilitas dan keunikan di Indonesia yang mampu menjual sepeda motor dengan jumlah yang banyak, serta dengan perkembangan teknologi *smartphone* yang memunculkan fenomena ojek *online* tersebut memberikan ide untuk membuat alat bantu transportasi yang aman, nyaman, dan murah bagi penyandang tuna daksa. Alat bantu tersebut ialah kursi roda yang dapat dipasangkan ke sepeda motor (*connector wheelchair*). Hanya dengan menggunakan *smartphone* dan memesan jasa ojek *online* penyandang tuna daksa mampu bepergian dengan jarak yang cukup jauh dari jarak mereka bepergian menggunakan kursi roda mereka. Alat ini diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan aksesibilitas dan membantu mobilisasi para penyandang disabilitas khususnya tuna daksa di Indonesia agar lebih mandiri.

2. Bahan dan Metode

Metode yang digunakan adalah QFD dan ergonomi. Quality Function Deployment (QFD) adalah metode perencanaan dan pengembangan secara terstruktur yang memungkinkan tim pengembang mendefinisikan secara jelas kebutuhan dan harapan pelanggan, dan mengevaluasi kemampuan produk atau jasa secara sistematis guna memenuhi kebutuhan dan harapan tersebut (Ariani, 2002). Ergonomi adalah suatu keilmuan multidisiplin yang mempelajari pengetahuan dari ilmu-ilmu kehayatan (kedokteran, biologi), ilmu kejiwaan (psychology), dan kemasyarakatan (sosiologi). Selain itu juga metode yang digunakan adalah metode perancangan dan pengembangan produk. Proyek perancangan dan pengembangan produk dapat dikelompokkan menjadi 4 tipe yaitu, *platform* produk baru, turunan dari *platform* produk yang telah ada, peningkatan perbaikan untuk produk yang telah ada, dan pada dasarnya produk baru (Ulrich & Eppinger, 2012).

Perkembangannya saat ini QFD digunakan dalam berbagai jenis penelitian. Penelitian tersebut antara lain QFD digunakan untuk merencanakan proses manisan wortel (Noya, Ekawati, & Utami, 2017), QFD digunakan untuk merencanakan proses kualitas sirup wortel (Ekawati, Noya, & Widjaja, 2017), QFD juga dapat digabungkan dengan analisis integrasi *Fuzzy-Servqual* untuk meningkatkan kualitas pelayanan pada KSP Kusuma Artha Lestari (Wijayanti & Noya, 2017), QFD digabungkan dengan *Fuzzy AHP* untuk menentukan bobot penting untuk kebutuhan pelanggan (Kwong & Bai, 2003). Selain itu QFD dapat digabungkan dengan teori pendekatan pemecahan masalah inovasi untuk desain produk ergonomis (Zhang, Yang, & Liu, 2014).

3. Hasil dan Pembahasan

Proses penentuan spesifikasi target produk dengan menggunakan metode QFD didapatkan 7 atribut kebutuhan konsumen. Atribut-atribut tersebut adalah material rangka kuat dan tahan lama, kursi memiliki sabuk pengaman, kursi roda memiliki *shock absorber*, *connector* harus kuat, kursi aman dan nyaman, roda depan dapat dilipat, serta ketinggian kursi dapat diatur. Atribut kebutuhan konsumen yang mendapatkan proporsi tinggi adalah atribut kebutuhan konsumen kursi memiliki sabuk pengaman, kursi roda memiliki *shock absorber*, *connector* harus kuat, roda depan dapat dilipat, serta ketinggian kursi dapat diatur. Nilai proporsi yang tinggi menunjukkan atribut-atribut tersebut mendapatkan prioritas yang

paling besar. Dikarenakan atribut-atribut tersebut adalah fitur-fitur baru yang akan diterapkan pada *connector wheelchair*, maka membutuhkan inovasi-inovasi baru untuk dikembangkan.

Selain itu, didapatkan pula 12 atribut persyaratan teknis. Atribut-atribut tersebut adalah pemilihan material rangka kursi roda, ada mekanisme penggerak linear naik turun, desain sandaran dan tempat duduk ergonomis, struktur *connector* tahan terhadap tegangan, dimensi *connector*, dimensi roda, teknik penyambungan yang tepat dan benar, ada mekanisme untuk melipat roda depan, pengecatan teknik pemasangan sabuk pengaman, penempatan *shock absorber* yang tepat dan desain kursi roda yang aerodinamis.

Atribut Persyaratan Teknis	Pemilihan material rangka kursi roda.	Ada mekanisme penggerak linear naik turun.	Desain sandaran dan tempat duduk ergonomis.	Struktur <i>connector</i> tahan terhadap tegangan.	Dimensi <i>connector</i> .	Dimensi roda.	Teknik penyambungan yang tepat dan benar.	Ada mekanisme untuk melipat roda depan.	Pengecatan.	Teknik pemasangan sabuk pengaman.	Penempatan <i>shock absorber</i> yang tepat.	Desain kursi roda yang aerodinamis.	TKK	TKP	Goal	IR	Sales Point	Raw Weight	Normalized Raw Weight					
Material rangka kuat dan tahan lama	9	9	0	0	3	3	0	9	0	3	0	9	1	4,84	4,78	4,84	1,01	1,482	7,26	0,055				
Kursi memiliki sabuk pengaman	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	9	0	4,69	1	4,69	1,395	30,68	0,234					
Kursi roda memiliki <i>shock absorber</i>	0	0	0	0	0	1	9	0	0	0	9	0	3,59	1	3,59	3,59	1,377	17,75	0,135					
<i>Connector</i> harus kuat	0	0	0	9	9	0	9	0	3	0	0	0	4,71	1	4,71	4,71	1,479	32,81	0,250					
Kursi aman dan nyaman	1	1	9	3	1	3	1	0	0	3	9	1	4,59	4,48	4,59	1,02	1,446	6,80	0,052					
Roda depan dapat dilipat	0	0	0	0	3	1	9	0	0	0	0	0	3,54	1	3,54	3,54	1,365	17,11	0,130					
Ketinggian kursi dapat diatur	0	9	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	3,62	1	3,62	3,62	1,449	18,99	0,145					
Prioritas	0,602	0,040	0,773	1,192	0,710	0,446	6,670	0,361	0,002	4,82	4,00	1,116	0,6	0	1	9	9	3	8					
Kontribusi	0,02	0,08	0,03	0,14	0,11	0,01	0,29	0,01	0,04	0,10	0,10	0,00	7	9	4	0	9	9	2	6	4	9	5	5
Target	9	6	8	2	3	10	1	11	7	4	5	12												

Gambar 1. Matriks HOQ

Berdasarkan atribut kebutuhan konsumen didapatkan enam sub-masalah. Sub-masalah tersebut antara lain mengenai material rangka, keamanan *connector wheelchair*, kenyamanan *connector wheelchair*, mekanisme yang digunakan pada *connector*, mekanisme penggerak linear untuk menaik dan menurunkan tempat duduk pada *connector wheelchair*, serta mekanisme untuk melipat roda depan.

Atribut kebutuhan konsumen kursi/tempat duduk aman dan nyaman dihilangkan karena untuk atribut keamanan *connector wheelchair* telah diwakilkan

dengan atribut kursi roda memiliki sabuk pengaman, sedangkan untuk atribut kenyamanan *connector wheelchair* telah diwakilkan dengan atribut kursi roda memiliki *shock absorber/breaker*. Berikut merupakan penjelasan mengenai sub-masalah tersebut: (1) Material rangka, yaitu pemilihan material yang digunakan untuk membuat rangka *connector wheelchair*. (2) Keamanan, yaitu jenis sabuk pengaman yang digunakan pada *connector wheelchair*. (3) Kenyamanan, yaitu jenis peredam kejut yang digunakan pada *connector wheelchair*. (4) Mekanisme *connector*, yaitu cara menghubungkan *connector wheelchair* dengan sepeda motor. (5) Mekanisme penggerak linear, yaitu cara mengatur ketinggian kursi agar dapat dinaikan dan diturunkan. (6) Mekanisme melipat roda depan, yaitu cara melipat roda depan agar tidak menghalangi *connector wheelchair* ketika digunakan menggunakan sepeda motor.

Berdasarkan hasil penentuan sub-masalah di atas, selanjutnya akan dicari solusi yang tepat bagi sub-masalah yang ada. Tabel 1 memperlihatkan beberapa solusi yang bisa diterapkan untuk mengatasi sub-masalah tersebut.

Tabel 1. Sub-masalah dan solusi

Sub-Masalah	Solusi
Material rangka	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Frame steel</i> • <i>Frame aluminium</i> • <i>Frame chromoly</i>
Keamanan	<ul style="list-style-type: none"> • Sabuk pengaman dua titik • Sabuk pengaman tiga titik
Kenyamanan	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Mono shock absorber/breaker</i> • <i>Double shock absorber/breaker</i>
Mekanisme <i>connector</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Mur baut • Las • Penjepit
Mekanisme penggerak linear	<ul style="list-style-type: none"> • Hidrolis • <i>Seat clamp</i> • Pin pengunci
Mekanisme melipat roda depan	<ul style="list-style-type: none"> • Engsel gir • Magnet

Berdasarkan beberapa alternatif solusi dari sub-masalah yang ada, maka solusi tersebut dikombinasikan ke dalam konsep pembuatan dan pengembangan produk *connector wheelchair*. Solusi yang dipilih adalah solusi yang dapat direalisasikan dan diterapkan pada produk *connector wheelchair*. Solusi tersebut diambil dari pohon klasifikasi sub-masalah yang diberi tanda \checkmark , sedangkan solusi yang bertanda X tidak dipilih. Pada atribut material rangka, atribut keamanan dan atribut mekanisme *connector* telah dipilih alternatif terbaik. Pada atribut material rangka dipilih material *chromoly*. Pada atribut keamanan dipilih sabuk pengaman dua titik, sedangkan untuk atribut mekanisme *connector* dipilih

mekanisme mur dan baut. Sehingga, pada kombinasi tabel konsep alternatif untuk material rangka, atribut keamanan dan atribut mekanisme *connector* tidak dimasukkan. Tabel 2 menunjukkan kombinasi dan penyusunan konsep produk *connector wheelchair*:

Tabel 2. Kombinasi konsep

Kenyamanan	Mekanisme Penggerak Linear	Mekanisme Melipat Roda Depan
<i>Mono shock absorber</i>	Hidrolis	Engsel gir
<i>Double shock absorber</i>	Pin pengunci	Magnet

Matriks *concept screening* untuk produk *connector wheelchair* diperlihatkan Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Penyaringan konsep

Kriteria	Konsep							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Kenyamanan	0	0	0	0	+	+	+	+
Mekanisme Penggerak Linear	-	-	0	0	-	-	0	0
Mekanisme melipat roda depan	-	0	-	0	-	0	-	0
Jumlah +	0	0	0	0	1	1	1	1
Jumlah 0	1	2	2	3	0	1	1	2
Jumlah -	2	1	1	0	2	1	1	0
Total Nilai	-2	-1	-1	0	-1	0	0	1
Lanjutkan?	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya

Tahap selanjutnya adalah melakukan *concept rating* (penilaian konsep) sesuai dengan kriteria kebutuhan pelanggan. Skala penilaian yang digunakan dalam *concept rating* adalah sebagai berikut:

- 1 = Sangat buruk dibanding konsep referensi
- 2 = Lebih buruk dibanding konsep referensi
- 3 = Sama dengan konsep referensi
- 4 = Lebih baik dibanding konsep referensi
- 5 = Sangat baik dibanding konsep referensi

Setelah dilakukan *concept scoring*, konsep yang dipilih untuk dikembangkan lebih lanjut adalah konsep 8, karena mempunyai nilai terbaik dibandingkan dengan konsep lainnya. Konsep 8 merupakan pengembangan produk *connector wheelchair* yang dibuat dengan menggunakan material *chromoly*. Material ini adalah material yang paling kuat dibandingkan dengan material *alloy* dan *steel*. Keamanan menggunakan sabuk pengaman dua titik. *Double shock absorber/breaker* digunakan pada konsep 8 untuk mendukung kenyamanan *connector wheelchair*, karena memiliki kemampuan menahan beban yang baik, serta umur lebih panjang.

Tabel 4. *Concept scoring*

Tabel 4.24 Matriks *Concept Scoring*

Kriteria	Bobot	Konsep 1		Konsep 2		Konsep 3	
		Rating	Nilai	Rating	Nilai	Rating	Nilai
Kenyamanan	35%	3	1,05	3	1,05	3	1,05
Mekanisme Penggerak Linear	30%	2	0,60	2	0,60	3	0,90
Mekanisme melipat roda depan	35%	2	0,70	3	1,05	2	0,70
Total Nilai <i>Ranking</i> Lanjutkan?		2,35 Tidak		2,70 Tidak		2,65 Tidak	

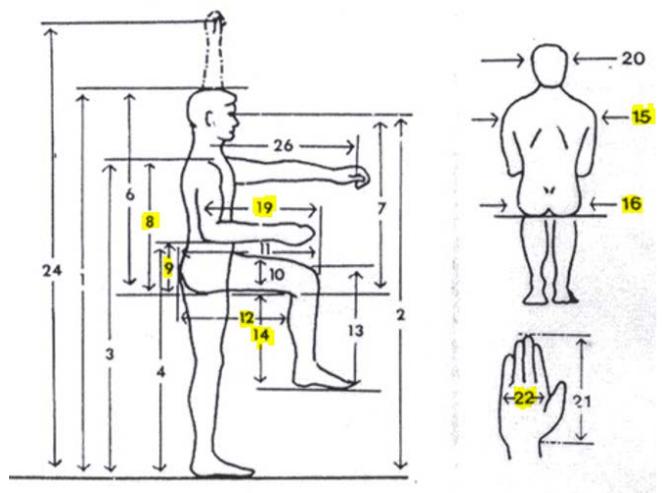
Tabel 4.25 Matriks *Concept Scoring* (Lanjutan)

Kriteria	Bobot	Konsep 4		Konsep 5		Konsep 6	
		Rating	Nilai	Rating	Nilai	Rating	Nilai
Kenyamanan	35%	3	1,05	4	1,40	4	1,40
Mekanisme Penggerak Linear	30%	3	0,90	2	0,60	2	0,60
Mekanisme melipat roda depan	35%	3	1,05	2	0,70	3	1,05
Total Nilai <i>Ranking</i> Lanjutkan?		3,00 Tidak		2,70 Tidak		3,05 Tidak	

Tabel 4.26 Matriks *Concept Scoring* (Lanjutan)

Kriteria	Bobot	Konsep 7		Konsep 8	
		Rating	Nilai	Rating	Nilai
Kenyamanan	35%	4	1,40	4	1,40
Mekanisme Penggerak Linear	30%	3	0,90	4	1,20
Mekanisme melipat roda depan	35%	2	0,70	4	1,40
Total Nilai <i>Ranking</i> Lanjutkan?		3,00 Tidak		4,00 Ya	

Mekanisme *connector* menggunakan mur dan baut dipilih karena mudah untuk dilepas dan dipasang kembali, serta mur dan baut memiliki kekuatan yang cukup tinggi dalam menahan tegangan. Sedangkan, mekanisme penggerak linear dan mekanisme untuk melipat roda depan menggunakan pin pengunci dan magnet.



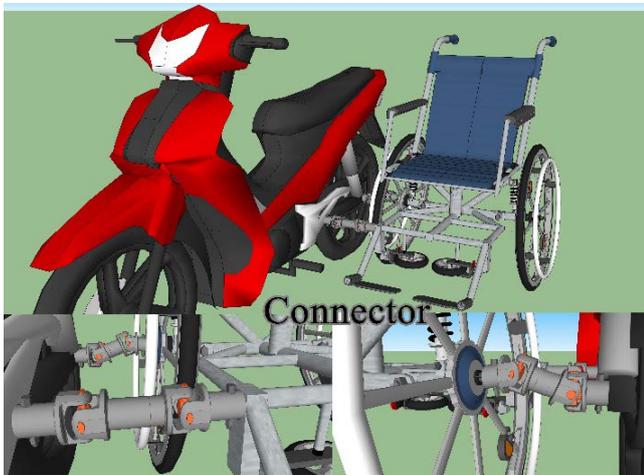
Gambar 2. Dimensi antropometri

Pada tahap desain produk terdapat perhitungan antropometri. Analisis antropometri digunakan untuk mendapatkan ukuran tubuh ideal. Terdapat 26 dimensi antropometri seperti yang dijelaskan pada Gambar 2 (Wignjosoebroto, 2008).

Tabel 5. Ukuran tubuh

Dimensi	Ukuran (cm)
Tinggi bahu dalam posisi duduk diukur dari permukaan alas duduk	63
Tinggi siku, diukur dari permukaan alas duduk sampai bawah siku	27
Panjang paha yang diukur dari pantat sampai dengan bagian belakang dari lutut atau betis	53,5
Tinggi tubuh pada posisi duduk diukur dari lantai sampai bagian bawah paha	43,5
Lebar bahu	53
Lebar pinggul atau pantat	48
Panjang siku yang diukur dari siku sampai ujung jari	42
Lebar telapak tangan	9

Pada perancangan *connector wheelchair* akan digunakan 8 dimensi yaitu dimensi 8, dimensi 9, dimensi 12, dimensi 14, dimensi 15, dimensi 16, dimensi 19 dan dimensi 22



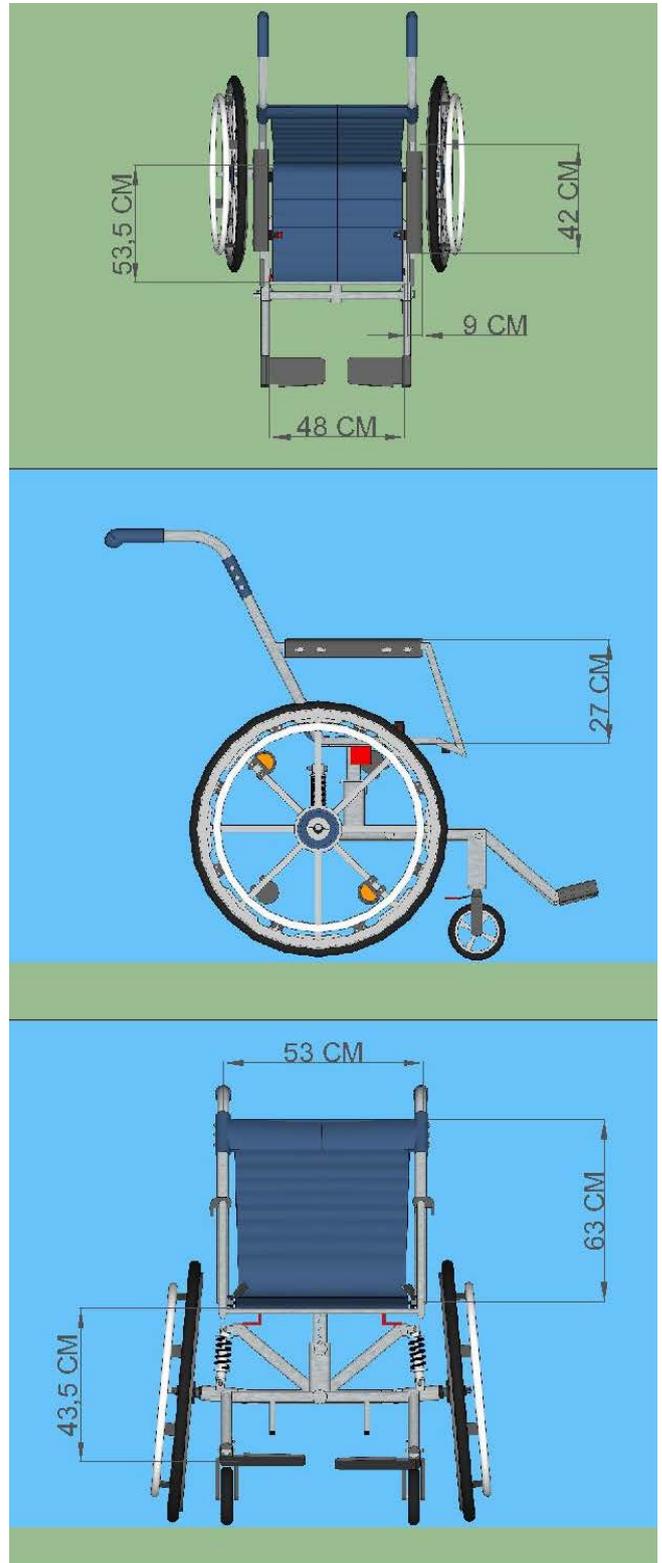
Gambar 3. Penggunaan *connector wheelchair*

4. Kesimpulan

Pada QFD tahap pertama, teridentifikasi atribut kebutuhan konsumen sebanyak 7 atribut. Atribut-atribut tersebut meliputi (1) material rangka kuat dan tahan lama, (2) kursi memiliki sabuk pengaman, (3) kursi roda memiliki *shock absorber*, (4) *connector* harus kuat, (5) kursi aman dan nyaman, (6) roda depan dapat dilipat, serta (7) ketinggian kursi dapat diatur. Berdasarkan atribut kebutuhan konsumen didapatkan enam sub-masalah. Sub-masalah tersebut antara lain mengenai material rangka, keamanan *connector wheelchair*, kenyamanan *connector wheelchair*, mekanisme yang digunakan pada *connector*, mekanisme penggerak linear untuk menaikkan dan menurunkan tempat duduk pada *connector wheelchair*, serta mekanisme untuk melipat roda depan.

Konsep *champion* adalah konsep 8. Konsep 8 merupakan pengembangan produk *connector*

wheelchair yang dibuat dengan menggunakan material *chromoly*. Material ini adalah material yang paling kuat dibandingkan dengan material *alloy* dan *steel*.



Gambar 4. Dimensi *connector wheelchair*

Keamanan menggunakan sabuk pengaman dua titik. *Double shock absorber/breaker* digunakan pada konsep 8 untuk mendukung kenyamanan *connector wheelchair*, karena memiliki kemampuan menahan beban yang baik, serta umur lebih panjang. Mekanisme *connector* menggunakan mur dan baut. Mekanisme *connector* menggunakan mur dan baut dipilih karena mudah untuk dilepas dan dipasang kembali, serta mur dan baut memiliki kekuatan yang cukup tinggi dalam menahan tegangan. Sedangkan, mekanisme penggerak linear dan mekanisme untuk melipat roda depan menggunakan pin pengunci dan magnet.

Daftar pustaka

- Anonim. (2012). Penduduk Indonesia menurut Provinsi 1971, 1980, 1990, 1995, 2000 dan 2010. Retrieved November 17, 2017, from <https://www.bps.go.id/linkTabelStatis/view/id/1267>
- Ariani, D. W. (2002). *Manajemen Kualitas: Pendekatan Sistem Kuantitatif*. Yogyakarta: Proyek Peningkatan Penelitian Perguruan Tinggi Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional.
- Ekawati, Y., Noya, S., & Widjaja, F. (2017). Process quality planning of quality function deployment for carrot syrup. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1855, p. 20009). AIP Publishing.
- Kwong, C.-K., & Bai, H. (2003). Determining the importance weights for the customer requirements in QFD using a fuzzy AHP with an extent analysis approach. *Iie Transactions*, 35(7), 619–626.
- Noya, S., Ekawati, Y., & Utami, N. (2017). Quality Function Deployment for Candied Carrots Process Planning. *International Journal of Engineering and Advanced Technology Studies*, 5, 1–7.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2016). *Undang-Undang No. 8 Tahun 2016 tentang Penyandang Disabilitas. Lembaran Negara RI Tahun 2016, No. 69*. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Rahadiansyah, R. (2017). Data Penjualan Motor Honda, Yamaha dkk. Retrieved November 17, 2017, from <https://oto.detik.com/motor/3559408/data-penjualan-motor-honda-yamaha-dkk>
- Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2012). *Product Design and Development*. New York: McGraw-Hill.
- Wignjosoebroto, S. (2008). *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu, Surabaya, Guna Widya*. W. Surabaya: Guna Widya.
- Wijayanti, E., & Noya, S. (2017). Integrating fuzzy-servqual into importance performance analysis and quality function deployment for improve KSP Kusuma Artha Lestari service quality. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 1(3).
- Zhang, F., Yang, M., & Liu, W. (2014). Using integrated quality function deployment and theory of innovation problem solving approach for ergonomic product design. *Computers & Industrial Engineering*, 76, 60–74.