Jurnal Industri Samudra Vol.x No.x (xxxx) x-xx
ISSN 1234567

Faktor Manusia dalam Perancangan Produk

RANCANGAN DESAIN SANDARAN SEPEDA MOTOR BAGIAN BELAKANG UNTUK LANSIA

Ryan Pramanda[1*], Dewiyana[2] , Dyah Santhi Dewi[3]
[1,2]Universitas Samudra, Langsa, Indonesia
[3]Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

ryanpramanda@unsam.ac.id +62 85310239585
dewiyana@unsam.ac.id +62 85260217621

Abstrak – Transportasi adalah usaha pemindahan atau pergerakan orang maupun barang dari lokasi asal ke lokasi tujuan untuk keperluan tertentu dengan mempergunakan moda transportasi tertentu. Peningkatan kendaraan pribadi juga disebabkan oleh kepemilikan kendaraan pribadi yang mudah didapatkan oleh semua kalangan dengan adanya penawaran berupa fasilitas kredit bagi ekonomi rendah. Data dari BPS Kota Surabaya tahun 2010 terlihat sekitar 187.955 penduduk yang umur 60-75 tahun ke atas, hal ini terlihat bahwa penduduk yang umur lansia cukup tinggi. Dan halnya akan mengkaji pada perspektif terhadap penumpang transpotasi yang dibutuhkan oleh lansia. Transportasi yang akan dibahas adalah tranportasi untuk membantu masyarakat yang usia tua atau lansia atau juga disebut manula. Karena pada usia tua sangat banyak membutuhkan pertolongan saat akan dibawa ke rumah sakit karena lansia tidak mampu melakukanya sendiri. Pada kehidupan lansia akan dijumpai tahapan dimana kemampuan kognitifnya akan menurun. Berdasarkan hasil analisis pengamatan, para lansia para Lansia memiliki sakit dan butuh perawatan yang intensif. Saat berpindah para Lansia butuh dituntun oleh orang lain karena kondisi fisik yang lemah. Para Lansia pada umumnya juga tidak ingin merepotkan orang lain walaupun kondisi mereka butuh perhatian. Dengan biaya yang murah masyakarat dapat memiliki produk ini, sehingga dapat memberi kenyamanan saat memerlukan tranportasi untuk lansia. hasil penelitian ini adalah bahan yang di desain relatif aman dan nyaman serta dapat dibongkar pasang, ukuran yang didesain sesuai dengan data anthropometri lansia, dengan metode QFD dalam perakitannya produk lansia lebih baik bila dibandingkan dengan produk yang sudah ada tapi untuk anak-anak, sedangakan diluar negeri relatif lebih mahal, alat ini tidak hanya dapat digunakan oleh para lansia, dapat juga digunakan oleh para penyandang cacat.

Kata kunci: *transportasi, lansia*

1 Pendahuluan

Transportasi merupakan hal yang penting dalam kehidupan sehari-hari dan salah satu kebutuhan pokok masyarakat. Hampir setiap orang memerlukan transportasi untuk memenuhi kebutuhan hidupnya seperti kebutuhan untuk bekerja, sekolah, rekreasi, maupun berinteraksi sosial. Hal ini karena setiap pergerakan yang dilakukan oleh masyarakat tidak dapat dipenuhi di satu tempat sehingga masyarakat perlu pergi ke suatu tempat yang berbeda untuk dapat memenuhi kebutuhan hidupnya dengan menggunakan alat transportasi. Dan pada tanggal 28 Maret 2015 Nomor: SE 13 Tahun 2015 tentang Tarif Angkutan Umum Kelas Ekonomi menaikkan Rp. 500 untuk angkutan umum Bahan Bakar Minyak jenis premium dan solar (http://hubdat.dephub.go.id/berita-foto/1533-surat-edaran-nomor-se-13-tahun-2015-tentang-tarif-angkutan-umum-kelas-ekonomi). Dari data tersebut, masyarakat Kota Surabaya dengan 31% berpenghasilan rendah dan rentan terhadap biaya transportasi. Transportasi yang akan dibahas adalah tranportasi untuk membantu masyarakat yang usia tua atau lansia atau juga disebut manula. Karena pada usia tua sangat banyak membutuhkan pertolongan saat akan dibawa ke rumah sakit karena lansia tidak mampu melakukanya sendiri. Lanjut usia dikonotasikan sebagai orang yang secara fisik telah mengalami berbagai penurunan kemampuan seiring dengan pertambahan usianya, sehingga jugamempengaruhi psikologinya. Menurut UU Nomer 13 tahun 1998, tentangKesejahteraan Lanjut Usia pasal 1 ayat 2, lanjut Usia atau yang dikenal dengansingkatan lansia adalah seseorang yang telah mencapai usia enam puluh tahun ke atas. Pada tahun 1971 yang hanya memiliki 5.306.876 lansia (4,5%) bertambah menjadi 24.445.290 lansia (10,0%) pada tahun 2011. Hal ini dikarenakan meningkatnya laju pertumbuhan penduduk Indonesia yang berdampak pada meningkatnya pula jumlah lanjut usia yang ada. Lansia tetap memiliki berbagai kebutuhan dalam kehidupannya. Dengan mempertimbangkan sisi usia yang menyebabkan berbagai penurunan kemampuan pergerkan, panca inderanya serta memiliki psikologi lanjut usia, maka pemenuhan semua kebutuhannya khususnya selama tranportasi memerlukan pemikiran dan perencanaan yang tepat.

2 Tinjauan Pustaka

2.1 Definisi Lansia

Usia lanjut adalah suatu kejadian yang pasti akan dialami oleh semua orang yang dikaruniai usia panjang, terjadi nya tidak bisa dihindari oleh siapapun, namun manusia dapat berupaya untuk menghambat kejadiannya

Manuscript received January xxxx, revised January xxxx
Copyright © 2020 Department of Industrial Engineering. All rights reserved.

Ada yang menyebutnya manusia usia lanjut (Manula), manusia lanjut usia (Lansia), ada yang menyebut golongan lanjut umur (Glamur), usia lanjut (Usila). Usia manula rentan pada kesehatan, sehingga perlu upaya untuk dibawa ke rumah sakit, jika sakit yang diderita lansia memang benar perawatan yang intensif. Hal yang terjadi adalah jika lansia tersebut sakit pada waktu di luar dugaan, bahakan keluarganya tidak menemukan alat tranportasi yang memadai pula. Contoh nyata dari kurangnya fasilitas transportasi untuk penduduk yang ekonomi rendah serta kebutuhan tranportasi yang diluar kendali atau yang tidak terduga. Namun, karena penyediaan jasa kendaraan umum yang masih sangat terbatas dengan kondisi kendaraan yang sangat memprihatinkan, tidak nyaman dan tidak aman sehingga jumlah kendaraan pribadi pun mengalami peningkatan karena masyarakat lebih memilih menggunakan kendaraan pribadi daripada kendaraan umum.

2.2 Antrhopometri

Menurut (Wignjosoebroto, 2008), antropometri adalah studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Bidang antropometri meliputi berbagai ukuran tubuh manusia seperti berat badan, posisi ketika berdiri, ketika merentangkan tangan, lingkar tubuh, panjang tungkai, dan sebagainya. Data antropometri yang berhasil diperoleh akan diaplikasikan secara luas antara lain dalam hal : (1) Perancangan areal kerja (*Work station*, interior mobil, dll), (2) Perancangan peralatan kerja seperti mesin, *eqipment*, perkakas (*tools*) dan sebagainya, (3) Perancangan produk – produk konsumtif seperti pakaian, kursi/meja, dll, (4) Perancangan lingkungan fisik.

2.3 Quality Function Deployment (QFD)

Merupakan suatu metodologi yang digunakan oleh cendikiawan dan perusahaan untuk mengantisipasi dan menentukan prioritas kebutuhan dan keinginan konsumen, serta menggabungkan kebutuhan dan keinginan konsumen tersebut dalam produk dan jasa yang disediakan bagi konsumen.

2.4 Kuisioner

Membuat kuisioner terbuka dan tertutup serta wawancara untuk mendukung tentang kebutuhan pelanggan dengan membahas persyaratan bagian tubuh, dan kebutuhan lainnya unutk mendukung dalam merancang seperti jenis produk dan mempertimbangkan pengamatan desain dalam lingkungan kerja dari populasi target lansia selama menggunakan sepeda motor sebagai penumpang di belakang jenis ini sepeda motor dari Surabaya.

2.5 Rancangan Desain

Menurut (Rosnani, 2010). Konsep perancangan adalah (1) Kebutuhan Berdasarkan Kebutuhan Dan Keinginan (*needs*), aktifitas agar memperoleh data keinginan, maka tahap selanjutnya adalah penentuan solusi pengembangan Perancangan Sandaran Sepeda Motor Bagian Belakang untuk Lansia dengan pendekatan anthropometri; (2) Gagasan Sandaran Sepeda Motor Bagian Belakang Lansia dengan Pendekatan Anthropometri (*idea*); (3) Menjelaskan dari kebutuhan dan dikembangkan sejumlah ide maupun alternatif pemecahan masalah. Pemilihan alternatif berdasarkan pemilihan bahan yang akan digunakan dengan pertimbangan harga dan kekuatan bahan yang akan digunakan. Setelah menentukan bahan dan komponen Sandaran Sepeda Motor Bagian Belakang Lansia, maka langkah selanjutnya adalah membuat gambar rancangan berdasarkan ukuran dimensi yang baru, sesuai dengan data anthropometri yang telah diolah. (4) Gambar rancangan dibuat menggunakan *software* Auto Desk 3D Max dan Auto CAD untuk 2D. (5) Keputusan (*decision*), Berdasarkan kebutuhan perancangan yang telah dinyatakan dengan jelas, maka dapat dikembangkan suatu solusi pemecahan masalah. Penentuan solusi perancangan haruslah berorientasi pada pemenuhan kebutuhan perancangan yang berasal dari *engineer*. Pada penjabaran kebutuhan, peneliti melihat adanya peluang untuk mengantisipasi timbulnya keluhan pada bagian tubuh yaitu dengan melakukan redesain atau Perancangan Sandaran Sepeda Motor Bagian Belakang untuk Lansia. Perancangan Sandaran Sepeda Motor Bagian Belakang untuk Lansia tersebut bertujuan untuk memenuhi kebutuhan penumpang. (6) Tindakan (*action*), Menerapkan hasil dari keputusan yang telah dibuat. Desain rancangan dibuat menggunakan *software* Auto Desk 3D Max dan Auto CAD untuk 2D.

3 Metodologi Penelitian

Rancangan produk merupakan tahapan perancangan desain yang dirancang secara sistematik yang saling terkait satu dengan lainnya. Permasalahan yang dibahas dalam perancangan desain ini adalah mengenai Perancangan Sandaran Sepeda Motor Bagian Belakang untuk Lansia yang ergonomis di Teknik Industri ITS dengan pendekatan anthropometri. Data yang diambil 30 orang lansia sebagai data antropometri dan 30 orang perawat lansia permintaan usulan desain Sandaran Sepeda Motor Bagian Belakang JL. Manyar Kartika, 9/22-24, Menur Pumpungan, Kota Surabaya, Kecamatan Sukolilo, 60118, Indonesia.

4 Hasil dan Pembahasan

4.1 Analisis Ethnograph

Hasil wawancara dengan para perawat. Kadang kala, penyakit yang diderita kambuh pada waktu yang tidak diduga misalnya pada malam hari. Sehingga perawat pada panti jompo merasa kebingungan saat mengantar Lansia ke rumah sakit. Terkadang para lansia juga jenuh di panti, ingin merasakan "udara bebas" diluar perkarangan panti, karena masa usia muda para lansia juga sering merasakan suasana di luar rumah.

Copyright © **2020** Department of Industrial Engineering. All rights reserved.

4.2 Pengolahan Data

Atribut Utama

Dari hasil Hasil kuisoner dengan skala Likert tentang produk utama, diketahui permintaan *prototype* utama yang diingkinan oleh penumpang atau lansia adalah **Bongkar-pasang, Sabuk pengaman, Penyangga Leher, Pegangan Tangan Kangan/Kiri, Sandaran Punggung, Penopang Kaki.**

4.3 Uji Reabilitas dan Validitas

Hasil reabilitas (Sofyan, 2009) yang menyatakan bahwa suatu instrumen perancangan desain mengindikasikan memiliki reliabilitas yang memadai jika koefisien alpha Cronbach lebih besar atau sama dengan 0,70. Sementara hasil uji menunjukkan koef cronbach alpha sebesar 0.751, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa variabel ini adalah reliabel dengan alpha 0,05 adalah sebagai berikut:

Tabel 1 *Item-Total Statistics*

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Pengikat	21.7333	3.478	0.409	0.152[a]
Sabuk_Pengaman	22.1000	2.300	0.405	0.056[a]
Penyangga_Leher	22.3333	3.161	**0.316**	0.198[a]
Pegangan_Tangan	22.2667	3.237	0.382	0.280
Sandaran_Punggung	21.6333	2.792	0.433	0.011[a]
Penopang_Kaki	21.7667	3.461	0.413	0.158[a]

Data diolah

Menurut (Sofyan, 2009) semua item mempunyai nilai *Item-Total Correlation* lebih besar dari r tabel (0,361) dinyatakan valid sehingga pertanyaan tersebut haruslah memenuhi kebutuhan konsumen, yaitu Semua item pertanyaan tersebut valid.

Sedangkan nilai modus diperoleh berdasarkan frekuensi jawaban responden yang paling banyak. Misalnya dari contoh diatas, untuk variabel no.1 tersebut, didapat nilai modusnya adalah 5. Hasil perhitungan nilai mean dan modus untuk setiap variabel kebutuhan dapat dilihat pada tabel 4.3 sebagai berikut.

Tabel 2 *Customer Requirements* (kebutuhan pelanggan)

No	*Product Component* (Bahan Produk)	Mean	Modus	Urutan kepentingan
1	Fastneres (Pengikat antar komponen)	4,63	5	2
2	Saftey Stuffs (Sabuk pengaman)	4,26	5	4
3	Neck Support (Penyangagga Leher)	4,03	5	6
4	Side arms Supports (Pegangan Tangan)	4,10	5	5
5	Pad of Back (Sandaran Punggung)	4,73	5	1
6	Feet rest place (Penopang Kaki)	4,60	5	3

Data diolah

Dari data tersebut dapatlah diidentifikasi atribut mana yang harus mendapatkan prioritas agar diperhatikan dan bahkan diperbaiki kembali kondisinya, Berdasarkan suara konsumen dari tabel nilai rata-rata tingkat kepentingan konsumen, maka perlu melakukan respon teknis yang merupakan kemampuan teknis yang dimiliki oleh perusahaan untuk memenuhi *customer needs.* (1) *Pad of Back* (Sandaran Punggung); (2) *Fastneres* (Pengikat antar komponen); (3) *Feet rest place* (Penopang Kaki); (4) *Saftey Stuffs* (Sabuk pengaman) (5) *Side arms Supports* (Pegangan Tangan Kangan/Kiri); (6) *Neck Support* (Penyangagga Leher).

4.4 Teknik desain Produk pendekatan *Quality Function Deployment in Product Design* (QFD)

Menurut (Rosnani, 2010) angkah-langkah dalam mendesain produk dengan membuat hubungan-hubungan atribut dengan mengidentifikasi permintaan konsumen. Dari hasil kuisoner dengan skala Likert tentang produk utama, diketahui permintaan *prototype* desain yang diingkinan oleh penumpang atau lansia. Setelah dilakukan kuisioner terbuka kepada para perawat dan Lansia maka diperoleh pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3 Menentukan karakteristik teknik dari atribut-atribut

No.	Karakteristik Teknik		Tingkat Kepentingan
	Primer	Sekunder	
1.	DESAIN	Tinggi badan	4
		Lebar badan	4
		Warna	4
		Model	2
2.	BAHAN	Bahan Utama	4
		Bahan Sandaran	4
3.	INOVASI	Rapi dan Halus	3
		Sandaran leher bisa naik	4
		Sandaran kaki bisa naik	4

Data diolah

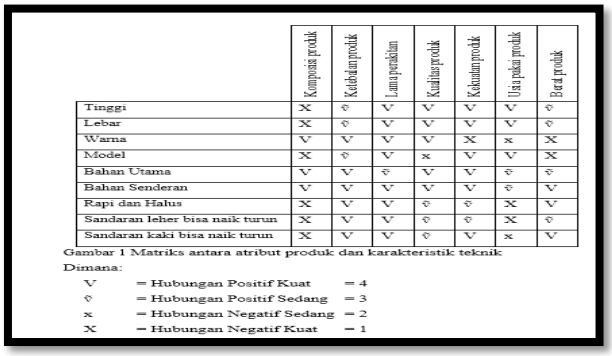
Tabel 4 Mengevaluasi karakteristik teknik dari produk pesaing

Karakteristik Teknik		Tingkat Kepentingan			
Primer	Sekunder	Perancangan desain produk	Pesaing		
			1	2	3
Desain	Tinggi badan	4	3	2	3
	Lebar badan	4	3	3	4
	Warna	4	2	3	3
	Model	2	3	3	4
Bahan	Bahan Utama (Besi)	4	4	4	4
	Bahan Sandaran (Busa)	4	3	4	4
Inovasi	Rapi dan Halus	3	2	2	3
	Sandaran leher bisa naik	4	1	2	3
	Sandaran kaki bisa naik	4	1	2	4

Data diolah

Matriks karakteristik teknik dengan tingkat kepentingan dapat disimpulan pada Gambar matrik sebagai berikut.

Copyright © **2020** Department of Industrial Engineering. All rights reserved.



	Komposisi produk	Ketebalan produk	Lama perakitan	Kualitas produk	Kekuatan produk	Usia pakai produk	Berat produk
Tinggi	X	ṽ	V	V	V	V	ṽ
Lebar	X	ṽ	V	V	V	V	ṽ
Warna	V	V	V	V	X	x	X
Model	X	ṽ	V	x	V	V	X
Bahan Utama	V	V	ṽ	V	V	ṽ	ṽ
Bahan Senderan	V	V	V	V	V	ṽ	V
Rapi dan Halus	X	V	V	ṽ	ṽ	X	V
Sandaran leher bisa naik turun	X	V	V	ṽ	ṽ	X	ṽ
Sandaran kaki bisa naik turun	X	V	V	ṽ	V	x	V

Gambar 1 Matriks antara atribut produk dan karakteristik teknik

Dimana:

V = Hubungan Positif Kuat = 4
ṽ = Hubungan Positif Sedang = 3
x = Hubungan Negatif Sedang = 2
X = Hubungan Negatif Kuat = 1

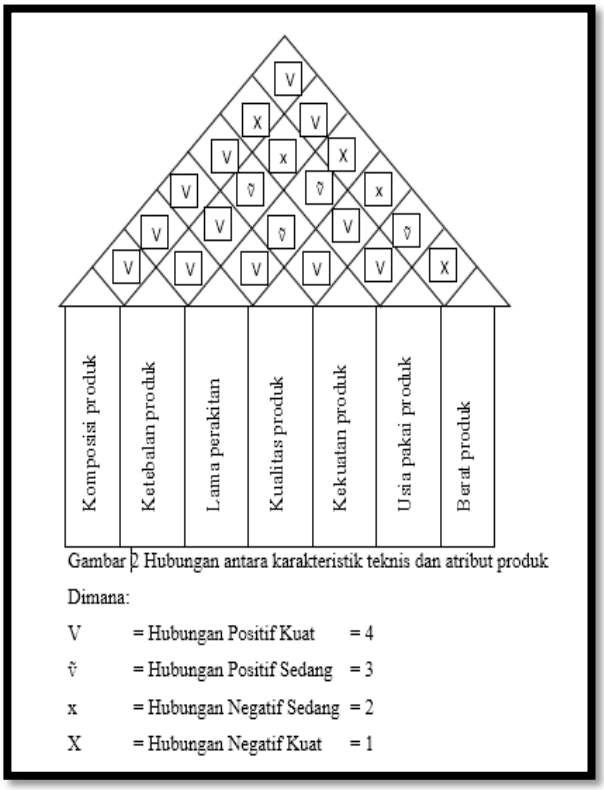
	Komposisi produk	Ketebalan produk	Lama perakitan	Kualitas produk	Kekuatan produk	Usia pakai produk	Berat produk
Tinggi	X	ṽ	V	V	V	V	ṽ
Lebar	X	ṽ	V	V	V	V	ṽ
Warna	V	V	V	V	X	x	X
Model	X	ṽ	V	x	V	V	X
Bahan Utama	V	V	ṽ	V	V	ṽ	ṽ
Bahan Senderan	V	V	V	V	V	ṽ	V
Rapi dan Halus	X	V	V	ṽ	ṽ	X	V
Sandaran leher bisa naik turun	X	V	V	ṽ	ṽ	X	ṽ
Sandaran kaki bisa naik turun	X	V	V	ṽ	V	x	V

Gambar 1 Matriks antara atribut produk dan karakteristik teknik

Dimana:

V = Hubungan Positif Kuat = 4
ṽ = Hubungan Positif Sedang = 3
x = Hubungan Negatif Sedang = 2
X = Hubungan Negatif Kuat = 1

Mengidentifikasi hubungan antara karakteristik teknis dan atribut produk dapat dilihat pada Gambar 4.1 sebagai berikut.



Gambar 2 Hubungan antara karakteristik teknis dan atribut produk

Dimana:

V = Hubungan Positif Kuat = 4
ṽ = Hubungan Positif Sedang = 3
x = Hubungan Negatif Sedang = 2
X = Hubungan Negatif Kuat = 1

Dengan menentukan bobot pada Tingkat kesulitan, Derajat kepentingan, dan Perkiraan biaya dapat diketahui target pencapaian untuk setiap karakteristik teknik pada (1) Tingkat kesulitan (2) Derajat kepentingan (3) Perkiraan biaya



	Komposisi produk	Ketebalan produk	Lama perakitan	Kualitas produk	Kekuatan produk	Usia pakai	Berat produk	**Rasio Bobot**
Tingkat kesulitan	3	3	3	3	3	3	3	21
Derajat kepentingan	9	17	18	16	16	12	13	101
Perkiraan biaya	14	14	14	14	14	14	14	98

Gambar 3 Target pencapaian untuk setiap karakteristik teknik

Gambar 3 Target pencapaian untuk setiap karakteristik teknik.

4.5 Desain produk sesuai data anthropometri digunakan pada tahapan ini.

Anthropometri menurut Nurmianto (1991) adalah hubungan suatu kumpulan data numerik yang berhubungan dengan karakter fisik tubuh manusia ukuran, bentuk, dan kekuatan serta penerapan dari data tersebut untuk penanganan masalah desain dengan mengukur persentil dari data primer yang telah dikumpulkan dapat dilihat pada table sebagi berikut.

*Copyright © **2020** Department of Industrial Engineering. All rights reserved.*

Tabel 5 Anthropometri untuk desain Sandaran Sepeda Motor Bagian Belakang untuk Lansia

Keterangan	Antropometri	Dimensi	
Data yang digunakan unutk rancangan desain		%	Centimeter
Kepala			
Tinggi sandaran posisi lubang 1	Tinggi duduk	95	49.60
Tinggi sandaran posisi lubang 2	Tinggi duduk	5	38.47
Lebar sandaran	Lebar leher	95	11.30
Tinggi sandaran	Tinggi leher	50	8.40
Badan			
Tinggi sandaran	Tinggi badan duduk	50	44.03
Lebar sandaran	Lebar bahu	95	46.20
Tangan			
Tinggi sandaran	Tinggi bahu ke siku	95	34.98
Lebar sandaran	Lebar tangan	50	9.83
Panjang sandaran	Panjang siku ke ujung jari	95	47.53
Kaki			
Panjang pijakan	Panjang telapak kaki	95	25.54
Lebar pijakan	Lebar telapak kaki	95	13.83
Tinggi pijakan kaki	Panjang pantat ke lutut	50	47.87
Keperluan dalam desain			
Kemiringan sandaran	-	15°	Sesuai Permintaan
Tebal bantalan busa	-	5	Disesuaikan dengan bahan

5 Rancangan desain sandaran sepeda motor bagaian belakang untuk Lansia

Rancangan desain Sandaran Sepeda Motor Bagian Belakang untuk Lansia yang baik tampak 3D pada Gambar 4 sebagai berikut.



Gambar 4 Desain Sandaran Sepeda Motor Bagian Belakang Lansia tampak 3D

6 Kesimpulan

Dengan biaya yang murah masyakarat dapat memiliki produk ini, sehingga dapat memberi kenyamanan saat memerlukan tranportasi untuk lansia.. Bahan yang di desain relatif aman dan nyaman serta dapat dibongkar pasang. Ukuran yang didesain sesuai dengan data anthropometri lansia. Dengan metode QFD dalam perakitannya produk lansia lebih baik bila dibandingkan dengan produk yang sudah ada tapi untuk anak-anak, sedangakan diluar negeri relatif lebih mahal. Alat ini tidak hanya dapat digunakan oleh para lansia, dapat juga digunakan oleh para penyandang cacat.

Referensi

[1] Johan Karedal, Anders J Johansson, Fredrik Tufvenson, Andreas F. Molisch. "Shadowing Effects in MIMO Channels for Personal Area Networks", *Vehicular Technology Conference, 2006. VTC-2006 Fall. 2006nIEEE 64th.*

[2] Neal Patwari, Piyush Agrawal. "Effects of Correlated Shadowing: Connectivity, Localization, and RF Tomography", *Information Processing in Sensor Networks, 2008. IPSN '08. International Conference on 22-24 April 2008.*

[3] Sebastian S. Szyszkowicz, Halim Yanikomeroglu, Jhon S. Thompson. "On the Feasibility of Wireless Shadowing Correlation Models", *IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 59, No. 9, November 2010.*

[4] Piyush Agrawal, Neal Patwari. "Correlated Link Shadow Fading in Multi-Hop Wireless Networks", *IEEE Transactions on Wireless Communications, Vol. 8, No. 8, August 2009.*

[5] Indrakshi Dey, Geoffrey G. Messier, Sebastian Magierowski. "Joint Fading and Shadowing Model for Large Office Indoor WLAN Environments", *IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. 62, No. 4, April 2014.*

[6] Juho Poutanen, Katsuyuki Haneda, Veli-Matti Kolmonen, Jussi Salmi, Pertti Vainikainen. "Analysis of Correlated Shadow Fading in Dual Link Indoor Radio Wave Propagation", *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, Vol. 8, 2009.*

[7] Simon R. Saunders, Alejandro Aragon Zayla. *"Antennas and Propagation for Wireless Communication Systems"*, Wiley: England, 2007.

[8] Andrea Goldsmith. *"Wireless Communications"*, Cambridge University Press: New York, 2005.

[9] Theodore S. Rappaport. *"Wireless Communications Principle and Practice"*, Prentice Hall: New Jersey, 2002.

[10] Andreas F. Molisch. *"Wireless Communications"*, Wiley: New York, 2011.

[11] Warren L. Stutzman, Gary A. Thiele. *"Antenna Theory and Design"*, Wiley: New York, 2012.

[12] Les Barclay. *"Propagation of Radiowaves"*, Institution of Engineeringand Technology: London, 2008.

[13] Homayoun Hasemi. "The Indoor Radio Propagation Channel", *Vehicular Technology Conference, 1992, IEEE 42nd.*

[14] W. Gulo. *"Metodologi Penelitian"*, Grasindo: Jakarta, 2005.

Copyright © **2020** Department of Industrial Engineering. All rights reserved.

[15] Xinjie Yang, S. Ghaheri Niri, R. Tafazolli. "Downlink Soft Handover Gain in CDMA Cellular Network with Cross Correlated Shadowing", *Vehicular Technology Conference, 2001. VTC 2001 Fall. IEEE VTS 54th.*

[16] S.S. Szyszkowicz, F. Alaca, H. Yanikomeeroglu, J.S. Thompson. "Efficient Simulation Using Shadowing Fields of Many Wireless Interferers with Correlated Shadowing", *Vehicular Technology Conference (VTC 2010-Spring). 2010 IEEE 71st.*

[17] H.W. Arnold, R.R. Murray. "Macroscopic Diversity Performance Measured in the 800 MHz Portable Radio Communications Environment", *Antennas and Propagation, IEEE Transactions on February 1988 (Volume: 36, Issue:2).*

[18] Dennis S. Bernstein. *"Matrix Mathematics"*, Princeton University Press: New Jersey, 2009.

[19] Bernhard H. Walke, Stefan Mangold, Lars Berlemann. *"IEEE 802 Wireless Systems: Protocols, Multi-Hop Mesh/Relaying, Performance and Spectrum Coexistence"*. Wiley: New York, 2006.

[20] Kannan Govindan, Deepthi Chander, Bhushan G. Jagyasi, Shabbir N. Merchant, Uday B. Desai. *"Multihop Mobile Wireless Networks"*. River Publisher: Denmark, 2010.

[21] Y. W. Peter Hong, Wan Jen Huang, C. C. Jay Kuo. *"Cooperative Communications and Networking"*. Springer: London, 2009.

[22] *http://warp.rice.edu.*

[23] Patrick Murphy, Ashu Sabharawal, Behnaam Aazhang. "WARP: A Wireless Open Access Research Platform". *Processing Conference (EUSIPCO 2006), Florence, Italy, September 4-8, 2006.*

[24] Kiarash Amiri, Yang Sun, Patrick Murphy, Chris Hunter, Joseph R. Cavallaro, Ashutosh Sabharawal. "WARP, a Unified Wireless Network Testbed for Education and Research". *2007 IEEE International Conference on Microelectronic Systems Education (MSE'07).*

[25] Dewi Friska Dona. *"Pemodelan Fading Skaa Besar di Lingkungan Dalam Ruangan Pada Frekuensi 2,4 GHz"*. Tesis, Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

[26] Puji Handayani, Gamantyo Hendrantoro, "A Model of Double Directional Indoor Channels for Multiterminal Communications". *Hindawi Publishing Corporation International Journal of Antennas and Propagation Volume 2013.*

T.T. Soong. *"Fundamentals of Probability and Statistics for Engineers"*. Wiley: England, 2004.

*Copyright © **2020** Department of Industrial Engineering. All rights reserved.*