

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

M2-011 Perancangan Kursi Roda Bagi Penyandang *Paraplegia* Dengan Metode Quality Function Deployment (QFD)

Ilham Bakri

Jurusan Mesin Universitas Hasanuddin
Kampus UNHAS Tamalanrea Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Makassar 90245
Phone: +62-411-583815, FAX: +62-411-583815, E-mail: ilham@tiunhas.net

ABSTRAK

Sebagian besar produk dibuat dan dirancang untuk memenuhi kebutuhan manusia, tetapi produk tersebut seringkali dinilai tidak memberikan kenyamanan bagi konsumen, bahkan akan memberikan efek negatif bagi penggunanya. Tulisan ini akan membahas halis penelitian tentang perancangan kursi roda (wheelchair) yang merupakan salah satu alat bantu bagi penyandang cacat kaki (paraplegia) untuk dapat berpindah dari satu tempat ke tempat lain, baik di tempat datar maupun dari tempat rendah ke tempat yang lebih tinggi (tempat menanjak). Kursi roda memang sudah tersedia di pasar, namun harganya sangat mahal sehingga dapat dijangkau oleh konsumen kelas atas. Selain itu karena kebanyakan dari produk tersebut adalah produk import maka kursi roda tersebut masih kurang sesuai dengan dimensi tubuh populasi Indonesia. Kursi roda tersebut juga tidak didesain adjustable sehingga tidak dapat disesuaikan dengan kebutuhan penggunanya, terutama bagi para penyandang paraplegia.

Ada dua tujuan utama dalam penelitian ini, yakni (1) Mengidentifikasi kebutuhan-kebutuhan penyandang paraplegia terhadap produk kursi roda ; (2) Merancang/membuat desain kursi roda yang sesuai dengan kebutuhan penyandang paraplegia. Untuk menjembatani antara kebutuhan pengguna yang bersifat kualitatif dengan kebutuhan perancangan yang bersifat kuantitatif, peneliti menggunakan metode Quality Function Deployment (QFD). Filosofi utama dari QFD adalah memenuhi sebanyak mungkin harapan konsumen, dan berusaha melampaui harapan tersebut dengan merancang produk baru agar dapat berkompetisi dengan produk dari kompetitor untuk kepuasan konsumen. QFD berguna untuk memastikan bahwa suatu perusahaan memusatkan perhatiannya terhadap kebutuhan konsumen sebelum setiap pekerjaan perancangan dilakukan. Beberapa keuntungan yang dapat diperoleh oleh perusahaan dari penerapan QFD diantaranya meningkatkan tingkat kepuasaan konsumen, memangkas waktu desain produk, meningkatkan kualitas produk, meningkatkan kesempatan pasar, serta mengurangi customer complaint. Dalam penerapannya, QFD terdiri dari 6 (enam) tingkatan yang saling memiliki hubungan keterkaitan, yaitu House of Quality atau Product Planning, Assembly atau Part Deployment, Process Planning, Production Planning, Quality Control, dan Cost Control. Dalam penelitian ini hanya akan sampai pada tingkatan pertama saja yakni tahap pembangunan House of Quality atau Rumah Kualitas yang akan menghasilkan spesifikasi dasar dari kursi roda berdasarkan kebutuhan para pengguna. Untuk mendapatkan data kualitatif yang dibutuhkan dilakukan survey dan wawancara di Panti Sosial Bina Daksa Wirajaya Makassar. Jumlah responden sebanyak 10 orang dimana pemilihannya dilakukan dengan cara purposive sampling di mana hanya yang memenuhi kriteria yang dipilih sebagai sampel.

Dari hasil analisis dengan rumah kualitas tersebut, diperoleh kesimpulan bahwa kebutuhan kualitatif yang terpenting dari para penyandang paraplegia antara lain: ringan, kerangka tidak mudah berkarat, roda tidak licin, stabil, rem nyaman dipegang, mudah berbelok, suku cadang mudah didapat, nyaman dipakai, mudah digunakan, dan aman digunakan. Adapun metrik spesifikasi yang

paling penting dalam proses pengembangan selanjutnya dari kursi roda tersebut adalah: berat kursi roda, usia pakai, diameter roda, banyak alat bantu yang digunakan, jenis bahan pelapis kursi, lebar roda, tingkat ergonomik rancangan, tinggi kursi roda, jarak tangan dari pemutar roda, panjang kursi roda, lebar kursi roda, tinggi tempat duduk, jenis lapisan luar kerangka, tebal busa

Kata Kunci : Kursi Roda, Rumah Kualitas, Quality Function Deployment

1. Latar Belakang

Sebagian besar produk dibuat dan dirancang untuk memenuhi kebutuhan manusia, tetapi produk tersebut seringkali dinilai tidak memberikan kenyamanan bagi konsumen, bahkan akan memberikan efek negatif bagi penggunanya. Tulisan ini akan membahas halis penelitian tentang perancangan kursi roda (*wheelchair*) yang merupakan salah satu alat bantu bagi penyandang cacat kaki (*paraplegia*) untuk dapat berpindah dari satu tempat ke tempat lain, baik di tempat datar maupun dari tempat rendah ke tempat yang lebih tinggi (tempat menanjak). Kursi roda memang sudah tersedia di pasar, namun harganya sangat mahal sehingga hanya dapat dijangkau oleh konsumen kelas atas. Selain itu karena kebanyakan dari produk tersebut adalah produk import maka kursi roda tersebut masih kurang sesuai dengan dimensi tubuh populasi Indonesia. Kursi roda tersebut juga tidak didesain *adjustable* sehingga tidak dapat disesuaikan dengan kebutuhan penggunanya, terutama bagi para penyandang *paraplegia*.

Ada dua tujuan utama dalam penelitian ini, yakni (1) Mengidentifikasi kebutuhan-kebutuhan penyandang *paraplegia* terhadap produk kursi roda ; (2) Merancang/ membuat desain kursi roda yang sesuai dengan kebutuhan penyandang *paraplegia*. Untuk menjembatani antara kebutuhan pengguna yang bersifat kualitatif dengan kebutuhan perancangan yang bersifat kuantitatif, peneliti menggunakan metode Quality Function Deployment (QFD).

2. Kursi Roda dan Pengembangannya

Secara umum kursi roda dibagi menjadi 2 (dua) jenis, yaitu kursi roda manual (*conventional wheelchair*) dan kursi roda berpenggerak motor (*motor powered wheelchair*).

Secara fungsional kursi roda model berpenggerak motor sangat cocok untuk pemakai kursi roda tanpa pemandu. Kursi roda ini digerakkan motor dan dikontrol dengan mudah melalui batang pengontrol (*joy stick control*), dapat bergerak maju dan berbelok, namun lebih berat dari pada kursi roda standar. Karena pengendalinya otomatis, maka harga kursi roda model *platform* sangat mahal dan jarang dijumpai di Indonesia. Sedangkan kursi roda konvesional dapat digerakkan baik oleh pemakainya sendiri dengan memutar roda secara manual, maupun oleh pemandu.

Kursi roda untuk kebanyakan orang cacat adalah alat medis yang utama untuk bekerja, bergerak dan melakukan segala macam aktivitas-aktivitasnya. Kursi roda secara umum terbagi menjadi empat kategori yaitu:

1. *Manual wheelchair*

Penggunaan kursi ini secara manual dengan cara didorong menggunakan tangan penggunanya atau didorong oleh orang lain. Bentuknya seperti kursi tradisional dengan dua set roda di sampingnya. Biasanya satu set terletak di belakang yang terdiri dari roda sepeda yang besar sedangkan satu set

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

lainnya terdiri dari roda kecil dengan diameter 5 atau 8 inci. Desain ini membuat kursi roda stabil dan mudah untuk bergerak maju maupun mundur. Kebanyakan *manual wheelchair* ringan dan dapat dilipat untuk transportasi mobil.



Gambar 1. Manual wheelchair
[\(http://rollingwheelchairs.net/\)](http://rollingwheelchairs.net/)

2. *Manual sports wheelchair*

Kursi roda ini ringan dan didesain untuk memindahkan pusat gaya berat untuk memperoleh pergerakan dan stabilitas yang lebih besar daripada *manual wheelchair* atau *power wheelchair*. Kursi ini dirancang khusus untuk para atlet. Beberapa kursi dirancang untuk olahraga khusus seperti basket atau balap mobil dan yang lainnya digunakan untuk olahraga secara umum. Keistimewaan kursi roda ini adalah memiliki roda yang lebih besar daripada *manual wheelchair*, *handrim* yang kecil, *sloping propelling wheels*, lebih tahan lama dan *efficient bearing and hubs*, posisi roda yang mudah bergerak dan *steerable casters*.



Gambar 2. Sport wheelchair
[\(http://www.apparelyzed.com/wheelchair/\)](http://www.apparelyzed.com/wheelchair/)

3. *Power wheelchair*

Kursi roda ini digerakkan menggunakan tenaga baterai dengan *power supply* 12, 24 atau 36 volt. Dengan penggunaan baterai menyebabkan tenaga kursi lebih ringan daripada secara manual. Kursi ini dilengkapi dengan motor yang dikendalikan oleh *hand-operated joy stick* di mana digunakan untuk mengatur arah dan kecepatan.



Gambar 3. Power wheelchair (<http://www.apparelyzed.com/wheelchair/>)

4. Power alternatives

Kursi roda ini bersifat seperti kursi yang dilengkapi dengan motor akan tetapi tidak tampak seperti tipe kursi roda. Kebanyakan model ini mempunyai tiga roda dan menyerupai kereta golf atau *motor scooter*. Beberapa kursi roda jenis ini dapat digunakan pada tanah yang lapang di mana kursi roda jenis lainnya tidak dapat digunakan. *Power alternatives* yang kecil memberikan pergerakan yang lebih besar untuk melalui pintu yang sempit dan sudut tikungan. Harga kursi roda bervariasi antara satu dengan yang lainnya. Harga tergantung dari tipe kursi roda (manual, power, sports atau power alternatives), jumlah aksesoris dan keistimewaannya, kualitas bahan dan materialnya, dan perusahaan pembuatnya.



Gambar 4. power alternatives wheelchair (<http://www.treehugger.com/>)

Berdasarkan atas standar ISO 7176-5, dimensi bagian utama kursi roda adalah:

Tabel 1. Standar ISO 7176-5

No	Uraian/Deskripsi	Dimensi (mm)
1	Panjang maksimum	1300
2	Lebar	700
3	Tinggi total	1000
4	Tinggi kursi	700
5	Lebar tempat duduk	500
6	Tinggi tempat duduk dari tanah	500
7	Tinggi sandaran tangan dari tempat duduk	200
8	Panjang tempat duduk	450
9	Tinggi sandaran	300

Sumber : (<http://digilib.batan.go.id>).

Dalam penelitian ini digunakan metode penelitian *survey*. Dengan metode ini data dikumpulkan berdasarkan jawaban responden atas daftar pertanyaan yang peneliti ajukan atau melalui wawancara secara langsung. Responden penelitian adalah penyandang cacat kaki (*paraplegia*) Panti Sosial Bina Daksa Wirajaya Makassar dengan batasan umur 17 sampai 50 tahun. Responden juga telah memakai kursi roda sekurang-kurangnya 1 tahun dan atau juga penyandang cacat kaki yang akan memakai kursi roda. Jenis kelamin dan status sosial ekonomi tidak dipermasalahkan. Pengambilan data dilakukan dengan cara *purposive sampling* di mana hanya pasien yang memenuhi kriteria yang dipilih sebagai sampel. Jumlah sampel yang diperoleh sebanyak 10 responden. Tabel 1 Memperlihatkan *Voice of Customer* (VoC) beserta dengan Respon Teknisnya. Urutan pada tabel tersebut juga telah mencerminkan urutan prioritas dari VoC tersebut.

Tabel 2. Voice f Customer beserta dan Respon Teknis

Voice of Customer	Respon teknis
1. Ringan	Panjang kursi roda (cm) Lebar kursi roda (cm) Tinggi kursi roda (cm) Berat kursi roda (kg)
2. Kerangka tidak mudah berkarat	Laju korosi (mm/year) Jenis lapisan luar kerangka Usia pakai (tahun)
3. Roda tidak licin	Besar koefisien gesek roda dengan lantai (μ) Bahan roda Usia karet roda (tahun)
4. Stabil	Panjang kursi roda (cm) Lebar kursi roda (cm) Tinggi kursi roda (cm) Tinggi tempat duduk (cm)
5. Rem nyaman dipegang	Tingkat ergonomik rancangan (%) Jenis bahan gagang rem Jenis bahan rem
6. Mudah berbelok	Banyaknya langkah untuk berbelok (#) Jumlah roda yang digunakan (#) Lebar roda (mm)
7. Spare part mudah didapat	Banyaknya part yang harus diganti(#) Tingkat ketersediaan spare part (likert) Harga spare part (rupiah)
8. Nyaman	Berat kursi roda (kg)

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

dipakai	Tinggi kursi roda(cm) Tingkat ergonomik rancangan (%) Tebal busa (cm) Jenis busa Ketersediaan peredam getaran Tebal pelapis busa (mm)
9. Mudah digunakan	Banyak langkah pengoperasian (#) Jarak tangan ke pemutar roda (cm) Tinggi tempat duduk (cm)
10. Aman digunakan	Tingkat pemenuhan keamanan (likert) Panjang roda penyanggah belakang (cm) Tinggi tempat duduk (cm)

Lanjutan Tabel 2. Voice f Customer beserta dan Respon Teknis

Voice of Customer	Respon teknis
11. Tahan lama	Usia pakai (tahun) Part yang harus dirawat (#) Part yang harus diganti (#)
12. Rem mudah digunakan	Banyak langkah pengereman (#) Jarak gagang rem dari tangan (cm) Letak gagang rem
13. Mudah disimpan	Banyak langkah menyimpan (#) Dimensi setelah dilipat (cm)
14. Bahan kerangka kuat	Tebal kerangka (mm) Usia pakai (tahun) Bahan maksimum yang ditopang (kg) Kekuatan regang bahan (mm)
15. Mudah dilipat	Banyak langkah untuk melipat (#) Banyak bagian yang

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

	harus dilipat (#) Lama waktu untuk melipat (menit) Langkah untuk membentuk kembali (#)
16. Mudah dilepas	Banyak bagian yang bisa dilepas (#) Lama waktu untuk melepas (menit) Alat bantu yang digunakan (#) Banyak baut yang dilepas (#)
17. Sandaran punggung bisa direbahkan sesuai keinginan	Banyak langkah memiringkan sandaran punggung (#) Panjang sandaran punggung (cm) Lebar sandaran punggung (cm) Derajat kemiringan sandaran punggung (°)
18. Pelindung hujan mudah dilipat	Banyak langkah untuk melipat (#) Lama waktu untuk melipat (menit) Dimensi setelah dilipat (cm) Panjang pelindung hujan (cm) Lebar pelindung hujan (cm) Tinggi pelindung hujan (cm)
19. Tidak letih saat mengayuh	Jarak tangan ke pemutar roda (cm) Berat kursi roda (kg) Kecepatan roda sekali kayuh (m/mnt)
20. Kursi mudah menyerap keringat	Jenis bahan pelapis busa Tingkat absorpsi air dari kursi (%) Tebal busa (cm) Jenis busa
21. Mudah menanjak	Berat kursi roda (kg) Diameter roda (cm) Lebar roda (cm) Besar koefisien gesek

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

	roda dengan lantai (μ)
22. Lumpur tidak menciprat dari roda	Diameter roda (cm) Jarak roda dengan lengan (cm)
23. Suara tidak berisik	Banyaknya part yang berisik (#)
24. Lebar kursi bisa diatur sesuai keinginan	Banyak alat bantu yang digunakan (#) Lebar maksimum kursi (cm) Banyak langkah penyetelan lebar kursi (#)
25. Pemasangan pelindung hujan mudah	Lama waktu pemasangan (mnt) Banyak langkah untuk membentuk kembali (#) Jumlah alat bantu yang digunakan (#)
26. Kursi tidak melar/mengendur	Usia pakai (tahun) Beban maksimum yang ditopang (kg) Kekuatan regang pengalas kursi (mm)
27. Mudah buang air	Banyak langkah untuk buang air (#) Kapasitas bak penampung (kg) Volume bak penampung (cm ³)

Lanjutan Tabel 2. Voice f Customer beserta dan Respon Teknis

Voice of Customer	Respon teknis
28. Mudah dicat kembali	Usia pakai (tahun) Kekuatan cat Banyak bagian yang dapat di-cat (#)
29. Memiliki tempat penyimpanan barang/bagasi	Panjang bagasi (cm) Lebar bagasi(cm) Tinggi bagasi (cm) Beban angkut maksimum bagasi (kg)
30. Mudah dicuci	Lama waktu mencuci (mnt) Jenis bahan pelapis kursi
31. Model kursi	Banyak pilihan model (#)

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

roda beragam	
32. Kursi tidak mudah bau	Lama penggunaan hingga bau (bln) Jenis bahan pelapis kursi
33. Penampilan menarik	Banyak pilihan warna (#)

VoC tersebut kemudian diuji dengan menggunakan metode Quality Function Deployment dengan memperhatikan tiga buah kursi roda pembanding yang banyak digunakan oleh para penyandang *paraplegia*, dan yang banyak tersedia di pasaran. Dari hasil analisis menggunakan Rumah Kualitas Level 1 dari Quality Function Deployment, dapat ditetapkan beberapa target spesifikasi terpenting untuk kursi roda yang sedang dikembangkan, yakni :

a. *Berat kursi roda = ± 20 Kg*

Berat kursi roda yang terdapat dipasaran kurang lebih 41 Kg. Kursi roda yang terlalu berat akan sulit dimasukkan ke dalam kendaraan roda empat atau angkot. Oleh karena itu, penggunaan material alternatif sebagai bahan kerangka dan komponen kursi roda diharapkan dapat meminimalkan beratnya menjadi sekitar 20 Kg dengan tidak mengabaikan daya topang.

b. *Usia pakai = 15 tahun*

Bagi instansi kesehatan seperti rumah sakit, puskesmas, termasuk juga Panti Sosial, anggaran biaya peremajaan kursi roda cukup menjadi masalah. Oleh karena itu, makin lama usia pakai kursi roda maka makin kecil anggaran biaya yang diperlukan.

c. *Diameter roda besar = 61 cm dan Diameter roda kecil = 20 cm*

Ukuran diameter roda yang disebutkan di atas adalah ukuran standar yang digunakan oleh ketiga merk kursi roda yang diteliti. Diameter roda besar yang terlalu besar akan mengurangi kenyamanan saat mengayuh roda. Sebaliknya, diameter roda besar yang terlalu kecil akan menyusahkan pengguna saat mengayuh roda.

d. *Tidak memerlukan alat bantu dalam memasang & membongkar.*

Pada umumnya semakin banyak alat bantu yang digunakan, maka *waktu* yang diperlukan untuk merangkai dan membongkar kursi roda akan semakin tinggi. Hal ini tentu tidak ekonomis terutama bagi pengguna yang sering bepergian dengan mobil atau angkutan kota.

e. *Jenis bahan pelapis kursi = kulit sintetis*

Selain kulit asli, kulit sintetis juga sudah teruji kuat dan tahan lama. Kulit sintetis banyak digunakan karena harganya yang murah, mudah didapatkan, mudah dijahit, dan tidak panas. Selain itu, karena motif serta warnanya beragam, maka bahan ini menjadi pilihan yang tepat.

f. *Lebar roda = 25 mm*

Lebar roda dari ketiga produk tidak jauh berbeda. Ukuran lebar roda 25 mm dinilai sudah memenuhi standar yang ada.

g. *Tingkat ergonomik rancangan = 90 %*

Tingkat ergonomik rancangan sangat menentukan nyaman tidaknya suatu produk digunakan. Umumnya pengguna merasa ergonomis bila pada kursi roda tersebut tinggi sandaran lengan bisa diatur, sandaran punggung bisa direbahkan sampai posisi 90°, dilengkapi dengan penyangga kepala yang memungkinkan untuk tidur dan menyandarkan kepala di atas kursi roda, baik saat duduk maupun saat berbaring, penyangga betis yang empuk dan tersedianya tempat buang air. Selain itu, ketebalan busa kursi yang optimal.

h. *Tinggi kursi roda = 100-140 cm*

Sesuai dengan ukuran tubuh (anthropometri) orang Indonesia dan berdasarkan atas standar ISO 7176-5 (penjelasan pada bab 2), diketahui bahwa tinggi kursi roda standar adalah 100 cm. Kursi

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

roda yang terlalu tinggi akan susah dimasukkan ke dalam mobil, selain itu, hal ini akan memerlukan ruang yang cukup luas.

i. *Jarak tangan dari pemutar roda = 20 cm*

Belum diketahui pasti nilai standar jarak tangan dari pemutar roda. Nilai 20 cm penulis anggap sebagai nilai yang bisa diterima karena dilihat dari kursi roda yang ada dipasaran, jarak tangan dari pemutar roda bernilai kurang lebih 20 cm. Kurangnya ruang gerak minimum yang dibutuhkan dapat mempersulit si pengguna untuk menggerakkan roda.

j. *Panjang kursi roda = 95 cm*

Umumnya, kursi roda yang banyak terdapat dipasaran memiliki panjang antara 95 cm - 103 cm. Kursi roda yang terlalu panjang kurang praktis digunakan karena memerlukan ruang yang luas sehingga akan susah berbelok di jalan yang sempit. Selain itu, kursi roda yang terlalu panjang akan merepotkan pengguna saat dibawa bepergian. Begitupun sebaliknya, kursi roda yang terlalu pendek akan menjadi tidak stabil dan mudah terjatuh ketika berbelok, melewati turunan dan tanjakan.

k. *Lebar kursi roda = 70 cm*

Lebar kursi roda yang beredar dipasaran umumnya sudah memenuhi standar ISO 7176-5, yaitu sekitar 66 cm, 65 cm dan 64 cm. Kursi roda yang terlalu lebar akan mempersulit si pengguna untuk mengayuh roda dan lebar yang terlalu kecil akan membuat kursi roda tidak stabil dan mudah terjatuh ketika berbelok.

l. *Tinggi tempat duduk = 50 cm*

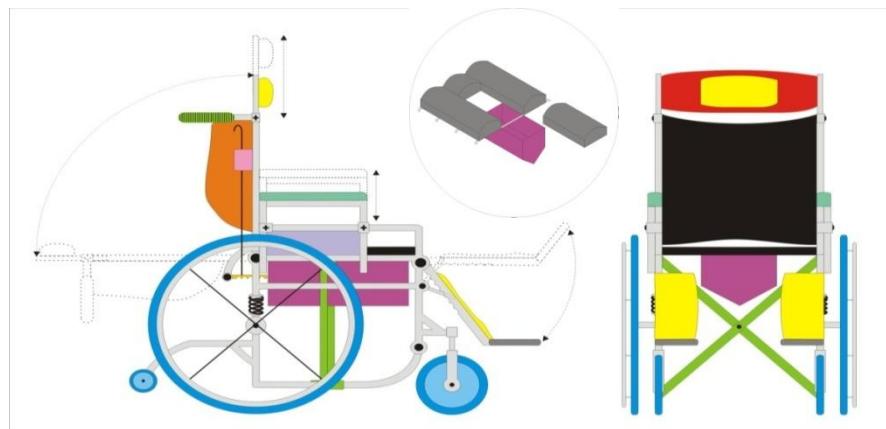
Tinggi tempat duduk ketiga merk kursi roda sudah memenuhi standar ISO, jadi tidak perlu lagi dilakukan perubahan. Tempat duduk yang terlalu tinggi akan membuat pengguna susah untuk menaiki kursi roda. Selain itu, resiko ketika terjatuh juga akan menjadi semakin besar.

m. *Jenis lapisan luar kerangka dilapisi cat*

Dengan menggunakan cat, warna kerangka kursi roda bisa beragam sehingga menambah daya tarik produk di mata pengguna.

n. *Tebal busa = 20 mm*

Pada umumnya ketebalan busa selalu dikaitkan dengan kenyamanan saat duduk, penulis menganggap bahwa ketebalan busa dengan nilai 20 mm dianggap sudah tepat. Produk kursi roda yang ada dipasaran umumnya memiliki tebal maksimal 12 mm. Busa yang terlalu tipis dapat mengurangi kenyamanan pengguna, sedangkan busa yang terlalu tebal akan sukar untuk dilipat. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah pemilihan bahan busa yang tepat, seperti: berbahan spon yang empuk (*soft*) dan lembut (*smooth*).



Gambar 5. Rancangan Kursi Roda

Gambar 5 memperlihatkan sketsa dari kursi roda berdasarkan analisis yang telah dilakukan.

3.Kesimpulan

Dari pembahasan-pembahasan yang telah dilakukan, beberapa dimensi penting yang digunakan dalam perancangan ini antara lain:

- Berat kursi roda = 20 kg
- Usia pakai = 15 Tahun
- Diameter roda besar = 61 cm
- Diameter roda kecil = 20 cm
- Banyak alat bantu = 0
- Jenis bahan pelapis kursi = Kulit sintetis
- Lebar roda = 25 cm
- Tingkat ergonomik rancangan = 90 %
- Tinggi kursi roda = 100 - 140 cm
- Jarak tangan dari pemutar roda = 20 cm
- Panjang kursi roda = 95 cm
- Lebar kursi roda = 70 cm
- Tinggi tempat duduk = 50 cm
- Jenis lapisan luar kerangka = cat
- Tebal busa = 20 cm

Daftar Pustaka

- [1]. Gaspersz, V. *Total Quality Management*. PT. Gramedia, Jakarta. 2005
- [2]. Kotler, P., Teguh, H. ,Antonus, R., *Manajemen Pemasaran*. Edisi Bahasa Indonesia, Jilid-1, PT Perhimpunan Ilmu Pengetahuan dan Pengembangan, Jakarta. 2006
- [3]. Couhen, L. *Quality Function Deployment*. Addison Wesley Longman Inc., Massachusetts. 1995
- [4]. Nasution M.N. *Manajemen Mutu Terpadu*. Edisi kedua : Ghalia Indonesia, Bogor. 2005
- [5]. <http://digilib.petra.ac.id/> diakses tanggal 16 Oktober 2008 pukul 16.00
- [6]. <http://digilib.batan.go.id> diakses tanggal 16 Oktober 2008 pukul 16.00
- [7]. <http://id.wikipedia.com> diakses tanggal 10 Maret 2009 pukul 20.00
- [8]. <http://www.etymonline.com/> diakses tanggal 10 Maret 2009 pukul 20.00
- [9]. <http://www.setiawanwicaksonounbrawu.com> diakses tanggal 20 November 2008 pukul 15.25
- [10]. <http://purdianta.com/> diakses tanggal 10 Maret 2009 pukul 20.00