

# PENGEMBANGAN KURSI RODA SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN RUANG GERAK PENDERITA CACAT KAKI

**I Made Londen Batan**

Jurusan Teknik Mesin FTI-ITS  
Kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111  
E-mail: londbatan@me.its.ac.id

## ABSTRAK

Hasil kuisioner yang disebarakan ke pemakai kursi roda di kota Surabaya pada akhir 2005 dan awal 2006 menunjukkan bahwa 70% reponden tidak menginginkan lagi didampingi oleh seorang pemandu para saat mereka beraktifitas di dalam maupun di luar rumah. Sehingga, sebagai transportasi yang sangat dibutuhkan oleh penderita cacat kaki, kursi roda perlu untuk dikembangkan berdasarkan permintaan dan keinginan mereka. Pada makalah ini akan dipaparkan metode pengembangan kursi roda yang didasarkan pada metode pengembangan produk terintegrasi. Melalui analisa kekuatan material pada beban statis 150 kg dan simulasi kenyamanan dengan metode RULA, dapat dirancang sebuah kursi roda yang aman dan nyaman, dapat bergerak maju mundur, tempat duduk dapat naik turun serta seluruh gerakannya dikontrol sendiri oleh pemakai kursi roda. Pengembangan kursi roda ini diharapkan dapat meningkatkan ruang gerak penderita cacat kaki dalam beraktifitas.

**Kata kunci:** kursi roda, transportasi, aman, nyaman, simulasi, RULA.

## ABSTRACT

*According to the survey to the wheelchair users in Surabaya, it is found that 70% of the respondents want to have activities inside or outside their home independently. Therefore, a wheelchair that can satisfy their requirements is on demand. In this research we used an integrated product development to design a wheelchair. We simulated the ergonomic design by a method so called RULA for static load 150 kg. This proposed wheelchair is an ergonomic wheelchair. It is a wheelchair, that satisfies the safety regulations. By using a joystick, a user can control the wheelchair to move forward and backward, to set the seat up and down as convenience as they want to. We hope that this wheelchair can help the physical handicaps to move more freely and have more activities than before.*

**Keywords:** wheelchair, transportation, safety, ergonomic, simulation, RULA.

## 1. PENDAHULUAN

Kursi roda (*wheelchair*) adalah salah satu alat bantu bagi penyandang cacat kaki untuk dapat berpindah dari satu tempat ke tempat lain, baik di tempat datar maupun dari tempat rendah ke tempat yang lebih tinggi (tempat menaik). Sering juga dimaksudkan, bahwa kursi roda digunakan untuk meningkatkan kemampuan mobilitas bagi orang yang memiliki kekurangan seperti: orang yang cacat fisik (khususnya penyandang cacat kaki), pasien rumah sakit yang tidak diperbolehkan untuk melakukan banyak aktivitas fisik, orang tua (manula), dan orang-orang yang memiliki resiko tinggi untuk terluka, bila berjalan sendiri.

Secara umum kursi roda dibagi menjadi 2 (dua) jenis, yaitu kursi roda manual (*conventional wheelchair*) dan kursi roda berpenggerak motor (*motor powered wheelchair*). Jenis konvensional dapat dibagi menjadi kursi roda *standard* dan *sport wheelchair*. Sedangkan *powered wheelchair*

dibagi menjadi beberapa model, seperti: *traditional*, *platform*, dan *round based model*. Gambar 1 menunjukkan 2 buah kursi roda, yang konvensional dan berpengerak.



**Gambar 1. a) Konvensional wheelchair b) Platform model**

Secara fungsional kursi roda model *platform* sangat cocok untuk pemakai kursi roda tanpa pemandu. Kursi roda ini digerakkan motor (akku) dan dikontrol dengan mudah melalui batang pengontrol (*joy stick control*), dapat bergerak maju dan berbelok, namun lebih berat dari pada kursi roda standar. Karena pengedalnya otomatis, maka harga kursi roda model *platform* sangat mahal dan jarang dijumpai di Indonesia. Berlainan dengan kursi roda tersebut, model konvensional adalah pilihan utama pemakai kursi roda di kota Surabaya, yakni hampir 90% dari responden (pemakai kursi roda) memakai kursi roda standar. Kursi roda konvensional ini dapat digerakkan, baik oleh pemakainya sendiri dengan memutar roda secara manual, maupun oleh pemandu. Namun demikian dari kuisinoner yang disebarkan ke pemakai kursi roda di kota Surabaya pada akhir 2005 dan awal 2006, didapat hasil yang sangat signifikan, yaitu lebih dari 70% responden (pemakai kursi roda) dalam beraktivitas di dalam maupun di luar rumah tidak menginginkan lagi didampingi oleh seorang pemandu. Selain itu mereka menginginkan juga kursi roda yang nyaman, bila memungkinkan bisa dipakai sebagai tempat istirahat (tidur). Responden juga menyatakan keinginannya dengan berkursi roda mereka tetap dapat beraktivitas (bekerja) di luar rumah, seperti halnya orang yang mempunyai fisik normal. Harapan lain dari responden adalah tempat duduk kursi roda dapat dinaik-turunkan, tanpa tenaga ekstra pemakai (Jenny, 2006). Hal ini dimaksudkan agar pemakai kursi roda bisa menjangkau posisi yang lebih tinggi dari posisi normal yang duduk di atas kursi roda. Mereka menginginkan bisa meletakkan sesuatu lebih tinggi dari jangkauannya saat ini, misalnya bisa meraih gagang telepon umum yang tergantung atau dapat meletakkan piring di atas rak penyimpanan barang yang agak tinggi. Selengkapnya permintaan dan keinginan pemakai kursi roda seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 1.

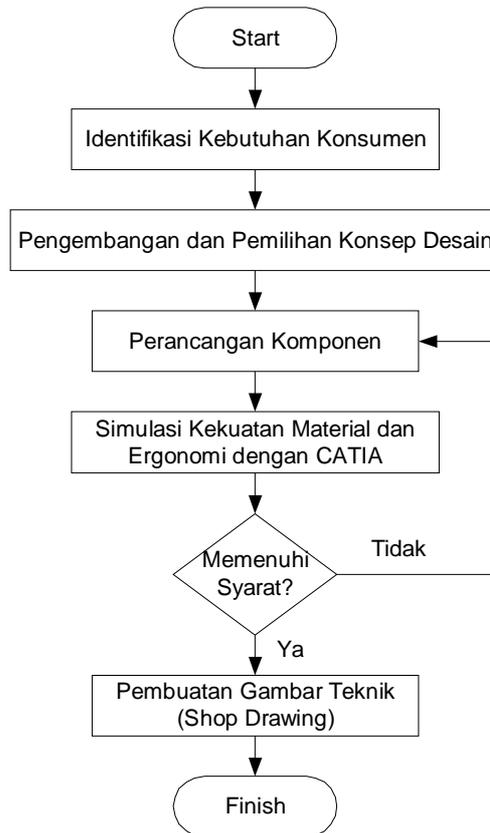
Untuk memenuhi permintaan dan keinginan pemakai kursi roda dan dalam rangka memperluas jangkauan gerak serta menambah mobilitas seorang pemakai kursi roda, dirancang dan dikembangkan kursi roda yang aman, ergonomik, dan tempat duduk yang fleksibel, yaitu tempat duduk bisa naik dan turun.

**Tabel 1. Data hasil kuisioner ke pemakai kursi roda**

Permintaan Pemakai Kursi Roda (Konsumen)	Jumlah responden
Dapat maju mundur	74
Nyaman	55
Bisa untuk tidur	22
Tempat duduk dapat naik turun	79
Kuat	75
Bisa belok	30
Otomatis	45
Ringan	35

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang dipakai pada penelitian ini adalah metode pengembangan produk terintegrasi, mulai dari identifikasi kebutuhan dan keinginan konsumen, pengembangan dan pemilihan konsep desain, perancangan komponen, evaluasi ergonomik, sampai pada pembuatan dokumentasi (gambar teknik dan *shop drawing*). Secara sistematis langkah pengembangan kursi roda diuraikan pada diagram alir, seperti Gambar 2.



**Gambar 2. Diagram alir pengembangan kursi roda**

Identifikasi dan analisa kebutuhan konsumen dilakukan dengan metode *Quality Function Deployment (QFD)*. Dengan langkah substitusi dari metode *QFD* dilakukan terjemahan permintaan konsumen menjadi spesifikasi teknik suatu produk (Cohen 1995, Ravelle 1998). Selanjutnya akan dilakukan pengembangan konsep dari hasil analisa konsumen dan kebutuhan akan kualitas produk. Dengan metode *Value Engineering (VE)*, akan dilakukan pemilihan konsep yang paling sesuai dengan kebutuhan dan keinginan konsumen. Kriteria pemilihan akan ditentukan berdasarkan kebutuhan konsumen dan persyaratan dasar kursi roda, yaitu: kuat, ringan, nyaman, bisa dimanufaktur dan dirakit serta tidak mahal harganya (ekonomis). Pada langkah perancangan komponen, kekuatan material kursi roda dianalisa dengan bantuan *software CATIA Versi5-R16*. Untuk mengevaluasi kenyamanan kursi roda yang dirancang, dilakukan analisa tingkat risiko cedera tubuh (*injury risk level*) pemakai kursi roda pada posisi tubuh tertentu dengan metode *Rapid Upper Limb Assessment (RULA)* (McAtamney, 1993).

### 3. PENGEMBANGAN KURSI RODA

Seperti yang sudah diuraikan pada metode pengembangan produk sebelumnya, maka langkah-langkah pengembangan kursi roda diuraikan secara lebih detail berikut ini.

#### 3.1. Substitusi Permintaan Pemakai Kursi Roda

Sesuai dengan langkah substitusi pada metode *QFD*, maka permintaan konsumen (pemakai kursi roda) yang biasanya dalam bentuk kualitatif (lihat Tabel 1) diterjemahkan kedalam bentuk kuantitatif, yaitu teknis dan fisik. Permintaan yang sudah disubstitusi tersebut selanjutnya dipakai sebagai persyaratan teknik (spesifikasi teknik produk) (Batan, 2004). Substitusi permintaan konsumen tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

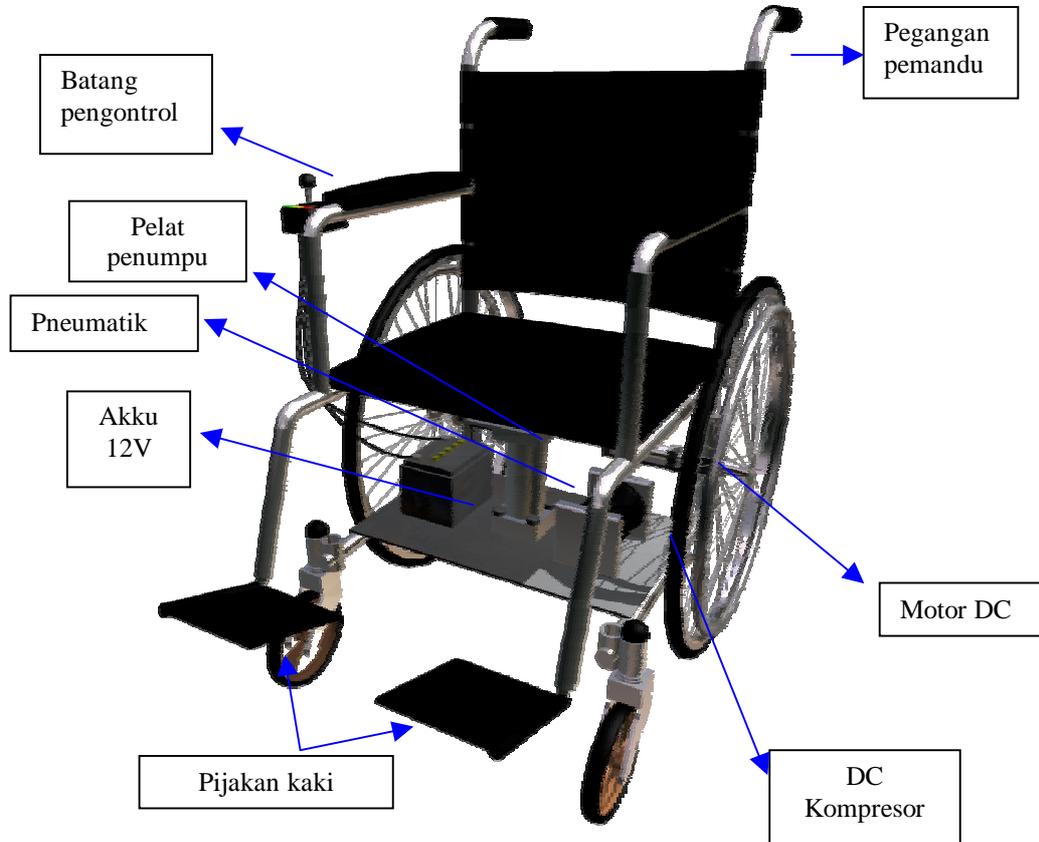
**Tabel 2. Substitusi permintaan konsumen menjadi spesifikasi teknik**

Permintaan Pemakai Kursi Roda (Konsumen)	Substitusi Permintaan Konsumen (Persyaratan Teknik – Spesifikasi teknik)
Maju mundur	Kursi roda dilengkapi dengan mekanisme pengatur gerak maju & mundur
Nyaman dipakai	Kursi roda mempunyai sandaran dan tempat duduk empuk
Bisa untuk tidur	Sandaran kursi cycling
Tempat duduk dapat naik turun	Ada mekanisme penggerak linier naik turun
Kursi roda harus kuat (tidak mudah rusak)	Material dan struktur kursi roda tahan terhadap tegangan pada beban tertentu (berat pemakai kursi roda dan perlengkapannya)
Bisa belok	Ada mekanisme gerak putar
Otomatis	Penggerak pneumatik atau hidrolik
Ringan	Komponen kursi roda tidak banyak

#### 3.2 Pengembangan Konsep Desain

Konsep kursi roda yang akan dikembangkan, sesuai dengan permintaan konsumen yang sudah diterjemahkan kedalam persyaratan teknis, seperti mekanisme naik turun tempat duduk dipakai pneumatik dan kompresor, kontrol otomatis melalui batang pengontrol, motor DC sebagai sumber penggerak (*power*). Karena pemandu masih dibutuhkan, khususnya untuk pemakai kursi roda sudah tua (manula) atau banyak dibutuhkan di rumah sakit, maka kursi roda

tetap harus dilengkapi dengan pegangan untuk pendorong (pemandu) dengan bentuk standar. Untuk membantu posisi kaki pemakai kursi roda pada saat duduk, kursi roda juga dilengkapi dengan tempat pijakan kaki. Secara garis besar konsep dari kursi roda yang akan dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 3.



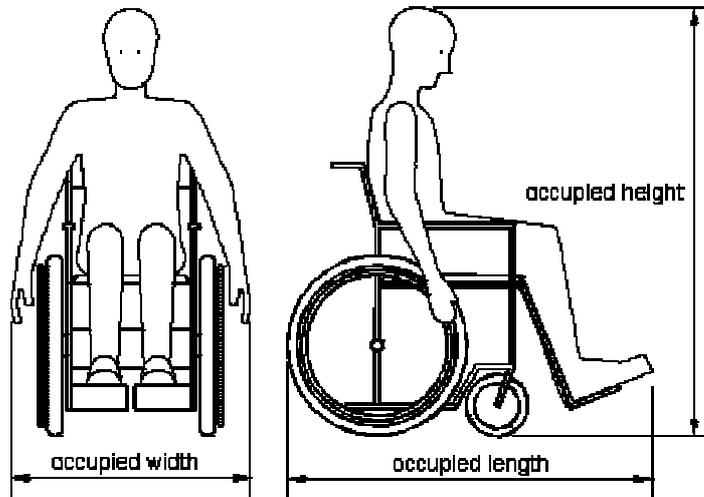
Gambar 3. Kursi roda dan bagian-bagiannya

### 3.3 Perancangan Komponen Kursi Roda

#### a) Dimensi Kursi Roda

Rangka adalah bagian terpenting dari kursi roda untuk dirancang. Hal ini disebabkan karena dari bentuk, ukuran dan model rangka akan dapat dikembangkan berbagai komponen lainnya. Disebabkan kursi roda akan dipakai oleh manusia dalam aktifitas tertentu, maka perancangannya harus memenuhi standar, yaitu nyaman dan sesuai dengan ukuran tubuh pemakainya, seperti tampak pada Gambar 4. Dalam perancangan ini digunakan standar ISO 7176 – 5, standar ini adalah revisi dari beberapa bagian penting dalam seri ISO 7176 (Ziegler). Tujuan pembuatan ISO 7176-5 adalah untuk menyediakan informasi yang tepat mengenai definisi teknis kursi roda dan prosedur pengukuran yang sesuai atas dimensi dan berat kursi roda baik manual, elektrik dan juga *scooter*. Dalam jurnal “*Working Area of Wheelchairs, Details about Some Dimensions that are specified in ISO*” disebutkan kriteria penting sebagai dasar dalam perancangan kursi roda. Kriteria tersebut antara lain adalah dimensi kursi roda,

ruang gerak minimum yang dibutuhkan, diameter yang dibutuhkan untuk memutar, ruang yang dibutuhkan untuk mundur.



**Gambar 4. Posisi tubuh pemakai kursi roda yang direkomendasikan oleh ISO 7176-5**

Sesuai dengan ukuran tubuh (anthropometri) orang Indonesia dan berdasarkan atas standar ISO 7176-5, dimensi bagian utama kursi roda ditetapkan seperti Tabel 3.

**Tabel 3. Dimensi dasar rancangan kursi roda sesuai 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

b) Analisa Kekuatan Rangka Kursi Roda

Material rangka yang digunakan dalam pembuatan kursi roda ini adalah St 37 tube dengan diameter 20 mm. Analisa kekuatan rangka dilakukan dengan bantuan *software* CATIA V5 R12 dengan pembebanan statis 150 kg. Dari hasil pengolahan dengan *software* tersebut diketahui bagian dari rangka yang mendapatkan tegangan terbesar dikatakan aman, apabila beban terbesar yang diterima oleh rangka kursi roda lebih kecil dari tegangan ijin material.

Untuk menganalisa distribusi gaya yang terjadi pada rangka kursi roda diawali dengan membuat model rangka dengan *software* CATIA. Pada analisa ini rangka dibuat sesuai dengan ukuran sebenarnya. Rangka kursi roda berbentuk bulat, yaitu bentuk pipa WP St 37 dengan diameter 20 mm dan ketebalan 2 mm. Hasil dari pembuatan model dengan *software* CATIA V5 R12 dapat dilihat pada Gambar 5 (a).



Gambar 5 (a). Model rangka kursi roda, (b) Simulasi untuk analisa tegangan material

Selanjutnya pada model tersebut diberikan pembebanan, sesuai dengan beban yang akan diterima oleh kursi roda. Hasil dari distribusi tegangan dengan analisa tegangan *Von Mises* ditunjukkan pada Gambar 5 (b). Gambar hasil simulasi distribusi tegangan dari hasil analisa tersebut, diketahui bahwa tegangan maksimum yang terjadi sebesar 29,6 Mpa dengan beban terdistribusi.

c) Analisa Risiko Cedera Tubuh dengan Metode *RULA*

Analisa kenyamanan (*ergonomic*) pemakai kursi roda pada kondisi tempat duduk naik-turun. Analisa ini digunakan untuk menentukan besarnya jarak kenaikan tempat duduk kursi roda yang maksimum, dimana tangan pemakai kursi roda masih dapat menggerakkan hand-rem. Analisa kenyamanan ini memanfaatkan metode *Rapid Upper Limb Assessment (RULA)*. Metode *RULA* ini merupakan metode yang dikembangkan untuk menghasilkan penilaian secara cepat terhadap beban dari sistem kerangka dan otot individu pekerja akibat faktor resiko (risiko cedera tubuh akibat melakukan aktifitas pada posisi tertentu).

Sesuai dengan permintaan pemakai kursi roda, yaitu kursi roda dengan tempat duduk bisa naik turun, maka analisa kenyamanan pada pengembangan kursi roda dilakukan pada 2 model, yaitu analisa risiko cedera tubuh pada saat naik (pada ketinggian 150 mm dari posisi normal) dan analisa cedera tubuh pada posisi tempat duduk normal. Hasil kedua analisa tersebut dapat dilihat pada Gambar. 6 (a) dan 6 (b).



Gambar 6. (a) Analisa *RULA* untuk mengetahui jarak naik-turun maksimum  
(b).Analisa *RULA* postur tubuh (posisi normal)

Dari kedua hasil simulasi (gambar) di atas, maka dapat diketahui, bahwa jumlah nilai risiko cedera tubuh pemakai kursi roda pada perancangan ini adalah 3. Menurut McAtamney (1993) – lihat Tabel 4, nilai 3 berarti, bahwa perancangan masih memenuhi syarat keamanan, akan tetapi untuk meningkatkan kenyamanan pemakai kursi roda, maka perancangan sebaiknya diperbaiki, sehingga nilai risiko turun menjadi 2, dan jika memungkinkan nilainya adalah 1 (nilai paling ideal).

**Tabel 4. Nilai tingkat resiko cedera tubuh (McAtamney,1993)**

Range Nilai	warna	Kemungkinan timbul cedera pada postur tubuh
1 dan 2	Hijau	<i>Acceptable</i>
3 dan 4	Kuning	<i>Futher investigation and change may be required</i>
5 dan 6	Orange	<i>Investigation and changes are required soon</i>
7	Merah	<i>Investigation and change are required immediately</i>

d) Pembuatan Gambar Teknik (*Shop Drawing*)

Sebagai bagian akhir dari perancangan, sebelum dilakukan proses pembuatan, baik untuk prototipe maupun untuk realisasi ke bagian manufaktur, maka pembuatan gambar teknik (*technical drawing*) yang dilengkapi dengan *shop drawing* harus dilakukan. Pembuatan gambar teknik bisa dilakukan dengan *software* seperti : AutoCAD, CATIA, *Solid Edge*, *Pro-Engineer*, dan *software* lainnya.

#### 4. KESIMPULAN

Dari analisa tegangan material dan risiko cedera tubuh yang mungkin timbul pada pemakai kursi roda, maka dapat disimpulkan, bahwa rancangan kursi roda dapat direalisasi untuk dikembangkan sebagai sarana transportasi yang dapat dan aman dipakai oleh penderita cacat kaki dalam beraktivitas, baik di dalam maupun di luar rumah. Dengan simulasi tegangan material rangka serta simulasi RULA, maka kursi roda yang dikembangkan adalah aman terhadap beban statis 150 kg dan nyaman, sehingga sesuai dengan permintaan pemakai kursi roda.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Batan, I Made Londen; 2004, *Metode Substitusi Permintaan Konsumen Sebagai Dasar Perancangan dan Pengembangan Produk Manufaktur*, Seminar Nasional, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Cohen, Lao, 1995, *Quality Function Deployment – How to Make QFD Work for You*. Addison – Wesley Publishing Company, New York,
- Jenny & Batan, I Made Londen, 2006, *Perancangan Mekanisme Pengubah Ketinggian Tempat Duduk Kursi Roda*. Tugas Akhir Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin FTI ITS.
- , [www.wheelchairnet.org/WCN\\_WCU/Research/StakeholderDocs/PS-propulsion.doc](http://www.wheelchairnet.org/WCN_WCU/Research/StakeholderDocs/PS-propulsion.doc)  
 “ *Geared hub technology* “
- McAtamney, Lynn and Corlett, E Nigel, 1993, “RULA: A Survey Method for Investigation of Work-related Upper Limb Disorders”, *Applied Ergonomics*, vol. 24 No. 2, p.91-99, (April 1993).

Ravelle, Jack B., Moran, John W., 1998, *The QFD Handbook*. John Wiley & Sons, Inc. New York,

Ziegler, Johann, "Working Area of Wheelchairs (Details about Some Dimensions that are specified in ISO 7176-5)", FIOT Wien, Austria <http://www.w3.org/TR/REC-html40>