

RANCANG BANGUN KURSI RODA YANG MAMPU BERGERAK MENANJAK DAN BERBELOK

I Made Londen Batan, Dimas A. Putra dan Fritian Agus M.

Laboratorium Perancangan dan Pengembangan Produk
Jurusan Teknik Mesin FTI-ITS
Gedung E-301, Kampus ITS Sukolilo Surabaya
Email: ProductDesignLab@me.its.ac.id

Abstrak

Dari survey yang telah dilakukan tim Perancangan dan Pengembangan Produk Jurusan Teknik Mesin ITS untuk pengembangan kursi roda, dapat dirangkum hasil survey yang menyatakan, bahwa kursi roda yang dibutuhkan oleh konsumen adalah kursi roda yang memiliki fleksibilitas tinggi terhadap lingkungan, nyaman, mudah dioperasikan serta aman digunakan untuk melewati lintasan menanjak dan bisa berbelok.

Pada penelitian ini dibuat sebuah prototipe kursi roda yang dapat bergerak menanjak, bergerak belok serta tempat duduk fleksibel, dimana pada lintasan bagaimana tempat duduknya selalu dalam posisi horizontal. Perancangan dilakukan dengan bantuan software CATIA V5R20, mulai dari perancangan konsep, analisa kekuatan rangka kursi roda dan pengatur gerakan melalui sebuah tongkat (joy stick). Mekanisme penggerak kursi roda untuk jalan datar dan menanjak memanfaatkan tenaga dari motor dc, sedangkan untuk penggerak dudukan kursi roda digunakan kompresor sebagai sumber penghasil udara bertekanan (pneumatik), yang dimanfaatkan untuk gerak naik dan turun tempat duduk kursi roda. Pergerakan dudukan kursi roda ini akan disesuaikan dengan besar ukuran sudut lintasan dan dikontrol oleh bandul. Sebagai realisasi rancangan dibuat sebuah prototipe kursi roda dengan skala 1:2.

Hasil yang didapatkan dari rancang bangun ini adalah sebuah prototipe kursi roda yang bisa bergerak di atas jalan datar dengan kecepatan rata-rata 1,445 km/jam dan di atas jalan menanjak dengan sudut tanjakan 15° sebesar 0,542 km/jam serta dapat berbelok dengan radius 1,384 m dengan sudut belok sebesar 48° .

Kata kunci: Kursi roda, lintasan datar dan menanjak, berbelok, pneumatik

1. Pendahuluan

Fasilitas dan aksesibilitas pada bangunan gedung untuk masyarakat umum, seperti rumah susun sederhana, pasar, klinik, khususnya fasilitas untuk berpindah dari satu lantai ke lantai berikutnya, secara umum masih terbatas pada tangga dan pemakaian escalator. Hal ini diperkuat dengan hasil survey melalui internet, dimana saat ini banyak bangunan gedung bertingkat untuk klinik, pasar, penginapan dengan fasilitas jalan menanjak dan tangga. Hal ini disebabkan, biaya pemakaian listrik tiap satuan waktu sangat tinggi, jika menggunakan lift bertenaga listrik. Daya yang dibutuhkan untuk berpindah dari 1 lantai ke lantai berikutnya (berjarak 3 m) tiap orang adalah 0,61 Kwh. Ditambah dengan supply listrik yang belum stabil, membuat desainer gedung memikirkan alternatif tangga dan jalan menanjak sebagai alternatif murah dan mudah. Fasilitas dan aksesibilitas bangunan seperti itu menjadi kendala bagi penyandang cacat fisik,

karena tidak dapat naik atau turun secara mandiri. Demikian pula bagi penderita cacat pemakai kursi roda konvensional, dimana untuk menggerakkan kursi roda dibutuhkan tenaga ekstra atau bantuan orang lain. Padahal menurut hasil survey yang dilakukan sejak tahun 2005 – hingga sekarang, penderita cacat fisik, khususnya pengguna kursi roda menginginkan perlakuan sebagai manusia dalam kehidupan sosial. Mereka menginginkan dapat melakukan kegiatan fisik seperti layaknya manusia normal umumnya [Jenny 2005, Indah DJ 2008, Andi GH & Ronny MH 2010, Alfian & Ghoffar 2010, Sunardi & Batan 2011]. Untuk itu perlu dirancang dan dibuat alat transportasi yang dapat membantu penyandang cacat fisik meningkatkan kemampuan mereka, baik untuk beraktifitas di dalam maupun di luar rumah. Transportasi tersebut adalah sebuah kursi roda multiguna, mudah dipakai dan dikendalikan, dapat naik bergerak menanjak serta dapat bergerak diatas bidang datar serta berbelok, dan dikendalikan secara

manual melalui sebuah tongkat pengatur (*joy stick*).

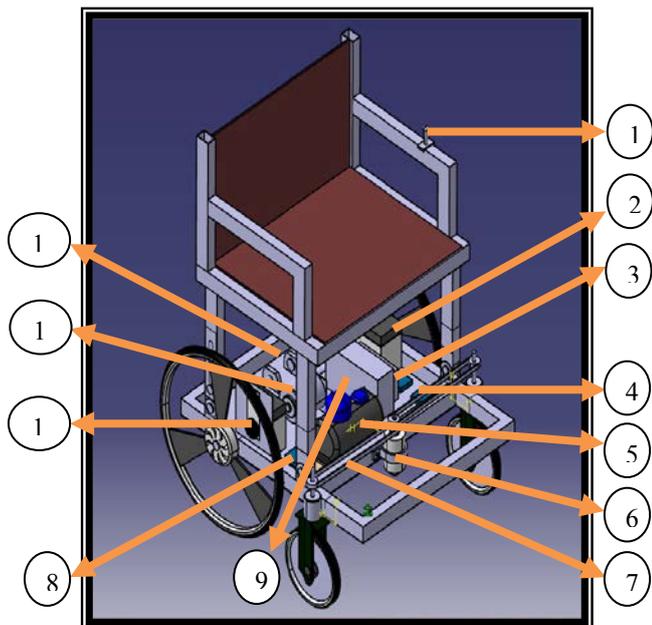
2. Metoda Penelitian

Secara sistematis langkah-langkah penelitian adalah berturut-turut mulai dari langkah awal yaitu evaluasi hasil survey ke pengguna kursi roda. Berdasarkan atas permintaan pengguna dan persyaratan teknis kursi roda dirancang rangka dan mekanisme gerak, pengatur posisi dudukan dengan kontrol bandul, dan dirancang juga unit kontrol untuk pengaturan gerakan seluruh motor, termasuk merancang pengatur kemudi dengan bantuan tongkat pengatur (*joy stick*). Setelah perancangan dilanjutkan dengan pembuatan dan pengadaan komponen, validasi software unit kontrol. Langkah berikutnya adalah perakitan seluruh komponen, mulai dari perakitan rangka, mekanisme gerak, roda, motor elektrik, penggerak pneumatik, pemasangan unit kontrol. Selanjutnya dilakukan uji coba untuk mengevaluasi fungsi dari mekanisme, serta menguji arah gerakan motor dan mekanisme pengatur dudukan kursi roda. Langkah akhir penelitian adalah uji coba gerak kursi roda, mulai gerak lurus maju dan mundur, gerak belok dan gerakan menanjak.

3. Hasil Penelitian

3.1 Rancangan Kursi Roda

Sebagai upaya pengembangan dan realisasi dari kebutuhan pemakai kursi roda (hasil survey), dirancang dan dibuat sebuah kursi roda yang dapat bergerak di jalan datar, menanjak dan bergerak belok dengan aman dan nyaman, seperti terlihat pada gambar 1.

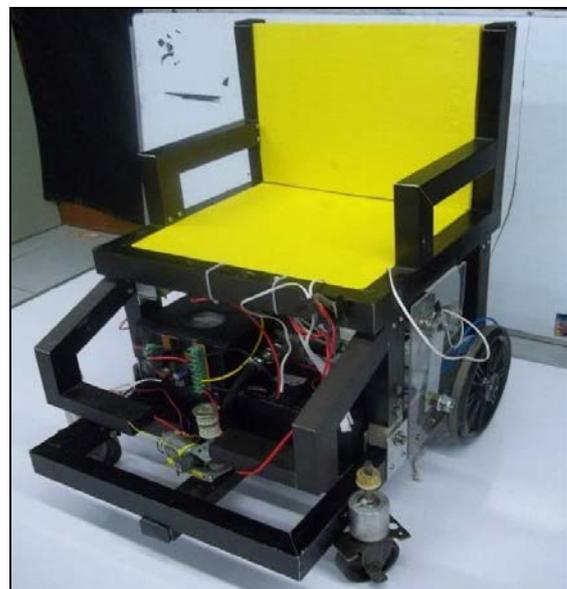


Gambar 1. Rancangan Kursi Roda

Berbeda dengan kursi roda yang ada selama ini, dimana tempat duduknya diam di tempat (*stationary*) dan hanya digunakan pada jalan datar, kursi roda yang dirancang dan dibuat mempunyai beberapa kelebihan, yaitu bisa dipakai diatas jalan datar, menanjak dengan aman dan pengguna tetap duduk tegak diatas dudukan kursi roda yang posisinya selalu horizontal (*mendatar*). Gerakan kursi roda ini diatur melalui sebuah tongkat pengatur (*joy stick*). Hal ini sangat membantu seorang pemakai kursi roda dalam melakukan aktifitas di dalam dan di luar rumah sendiri tanpa bantuan orang lain. Sehingga rancangan ini dapat menjawab dan mengisi keinginan pemakai kursi roda untuk melayani diri mereka sendiri, tanpa banyak dibantu oleh orang lain (*self service and convidence*). Secara khusus posisi dudukan kursi roda dapat diatur sendiri oleh pemakai kursi roda, karena kebutuhan saat menanjak. Hal ini dimaksudkan agar risiko terguling kursi roda saat bergerak menanjak atau menurun dapat dicegah dan pemakai selalu duduk tegak diatas dudukan. Untuk gerak putaran roda pada saat menanjak, dirancang sebuah mekanisme putaran dengan memanfaatkan bentuk dari roda sebagai *lifting*, yang dikontrol melalui sebuah tombol yang diletakkan pada samping kanan penumpu lengan pemakai kursi roda. Secara ringkas dapat dikatakan, kebaruan dari rancangan ini adalah sebuah rancang bangun kursi roda multi fungsi, bisa berbelok ke kanan atau ke kiri, bisa bergerak naik (*menanjak*), dapat diatur tempat duduknya (*bergerak naik turun*) dan digerakkan dengan motor melalui sebuah sumber energi baterai (*accu*) serta penggerak pneumatik.

3.2. Prototipe Kursi Roda

Setelah perancangan dilakukan pembuatan dan pengadaan komponen kursi roda, mulai dari pembuatan rangka, mekanisme gerak, dudukan, sandaran dan unit kontrol. Komponen dirakit menjadi sebuah prototipe seperti terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Prototipe Kursi Roda

3.3. Uji Coba Kursi Roda

Untuk mengetahui apakah kursi roda memenuhi fungsinya, maka dilakukan uji prototipe. Sebagai langkah awal, dilakukan uji fungsi komponen-komponen kursi roda. Uji ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah rancangan sesuai dengan rencana atau tidak. Contohnya adalah uji fungsi mekanisme gerak motor, gerak angkat dari pneumatik, dan lain-lain. Setelah uji tersebut dilakukan maka yang dilakukan selanjutnya adalah uji gerak prototipe, yakni uji gerak di atas jalan datar, menanjak, hingga berbelok. Secara prinsip tujuan uji coba ini adalah mengevaluasi performansi kursi roda untuk bergerak pada jarak tertentu. Untuk itu akan waktu tempuh kursi roda pada setiap situasi, yaitu mendatar, menanjak dan berbelok. Jarak uji coba untuk gerak mendatar adalah 1 meter, sedangkan sudut menanjak adalah 5°, 10° dan 15°. Disamping itu untuk mengetahui kemampuan kursi roda memindahkan beban, maka setiap uji coba akan diberikan beban yang berbeda, berturut-turut mulai dari 0, 5, 10 dan 15 kg.

4. Hasil Uji Coba

4.1. Gerak Diatas Jalan Mendatar

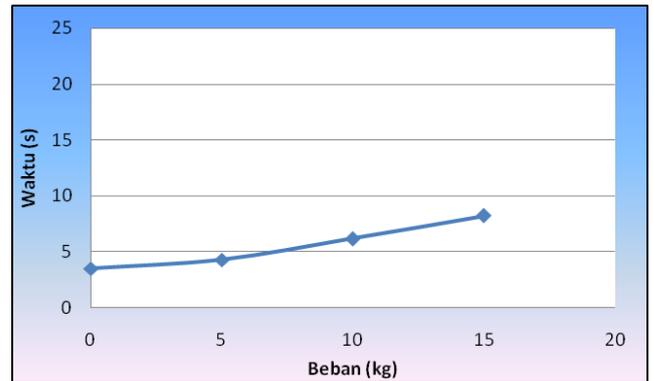
Seperti diuraikan diatas, uji coba awal yang dilakukan adalah uji gerak kursi roda diatas jalan mendatar. Hasil uji coba dapat dilihat pada tabel 1.

No.	Jarak (m)	Beban (kg)	Waktu (s)
1	1	0	3.5
2	1	5	4.29
3	1	10	6.16
4	1	15	8.23

Tabel 1. Hasil pengukuran waktu gerak kursi roda pada jarak tempuh 1 m.

Berdasarkan atas data pengukuran dari tabel 1, dibuat sebuah grafik hubungan antara beban kursi roda dan waktu tempuh gerakan kursi roda dalam jarak tempuh 1 m, seperti terlihat pada gambar 4. Dari gambar 4 dapat dilihat kurva performansi prototipe kursi roda menunjukkan waktu tempuh

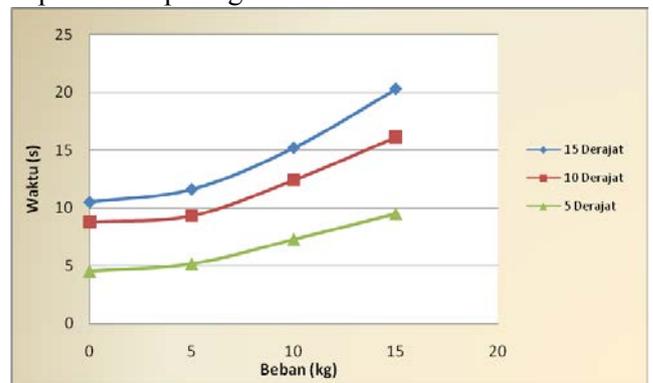
kursi roda mengalami kenaikan, hal ini diakibatkan adanya penggunaan kursi roda dengan beban. Karena dengan adanya penambahan beban pada penggunaan kursi roda akan menambah durasi kursi roda ketika menempuh jarak tertentu. Berdasarkan waktu tempuh kursi roda pada jarak 1 m, maka dapat dihitung kecepatan kursi roda saat bergerak diatas jalan datar tanpa beban dan besarnya adalah 2,06 k m/jam, sedangkan dengan beban 15 kg kecepatan berkurang menjadi 0,875 km/jam.



Gambar 4. Hubungan antara beban dan waktu tempuh kursi roda diatas jalan mendatar

4.2. Gerak Menanjak

Uji performansi yang dilakukan adalah untuk mengetahui apakah kursi roda dapat bergerak dengan beban dan mampu membawanya naik pada jalan dengan sudut tanjakan yang memiliki variasi sudut dari 5°, 10°, dan 15°. Artinya, apakah kursi roda dapat bergerak tanpa dan dengan beban saat menanjak? Setelah dilakukan pengukuran waktu yang didapatkan dari percobaan kursi roda pada saat bergerak di atas jalan menanjak, maka dapat dibuat grafik hubungan antara waktu dengan beban untuk jalan menanjak. Hasil uji coba gerakan menanjak dapat dilihat pada gambar 5.



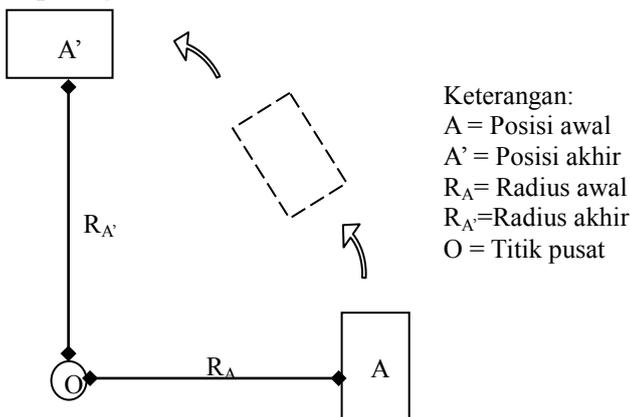
Gambar 5. Gerakan menanjak kursi roda

Dari gambar 5 terlihat bahwa, penambahan beban akan memperpanjang waktu tempuh kursi roda pada jarak tertentu. Semakin besar beban, waktu

tempuh semakin meningkat. Artinya kecepatan menanjak kursi roda akan menurun. Besar sudut tanjakan juga memiliki pengaruh pada percobaan ini. Hal ini ditunjukkan dengan posisi kurva untuk jalan menanjak 15° berada paling atas, sedangkan sudut menanjak 5° letak kurvanya paling dibawah. Berdasarkan waktu dan jarak tempuh tertentu (1 m), dapat dihitung kecepatan gerak kursi roda saat menanjak paling kecil saat beban maksimum (15 kg) dan sudut tanjakan paling besar 15° adalah paling kecil, yaitu 0,355. Sedang pada saat tanpa beban, kecepatannya adalah km/jam 0,72 km/jam. Sehingga dapat disimpulkan, bahwa semakin besar sudut tanjakan, kecepatan kursi roda semakin menurun. Akan tetapi hubungan tersebut tidak proposional. Hal ini terlihat jelas pada ketiga kondisi sudut tanjakan.

3. Uji Coba Berbelok

Setelah dilakukan percobaan performansi kursi roda saat bergerak di atas jalan datar dan menanjak, maka selanjutnya akan dilakukan percobaan gerak belok. Untuk validasi pengambilan data dilakukan percobaan gerak sebanyak 5 kali. Pola dasar proses pengambilan data dilakukan dengan skema seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Gerak belok kursi roda

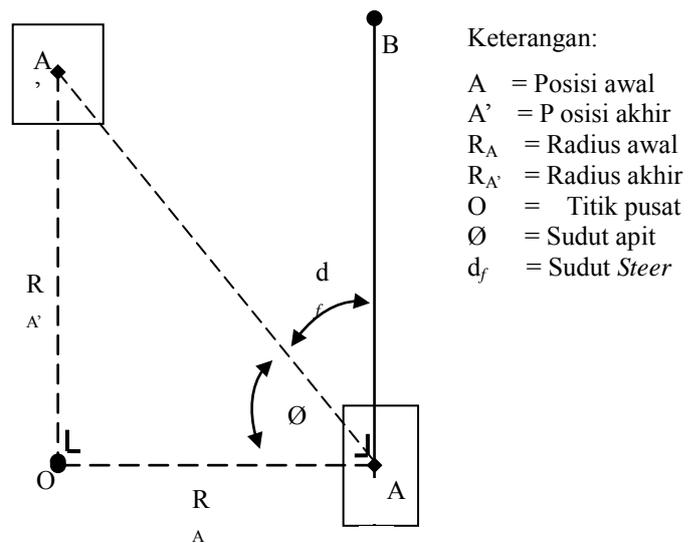
Seperti halnya pada gerak mendatar, pada uji gerak berbelok radius awal R_A ditetapkan juga 100 cm. Waktu tempuh dan radius akhir $R_{A'}$ dicatat dengan stop watch. Hasil uji gerak kursi roda saat berbelok dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran radius dan waktu tempuh

Data Gerak Belok Kursi Roda			
No.	R_A (cm)	$R_{A'}$ (cm)	Waktu (s)
1	100	99.4	16.72
2	100	120.4	19.57
3	100	139.3	22.91

4	100	110.6	20.29
5	100	121.37	21.47

Dari data yang telah berhasil dikumpulkan dan dari hasil perhitungan, didapatkan sudut *steer* rata-rata sebesar $47,5672^{\circ}$. Selanjutnya dihitung sudut apit (Φ) dan besarnya radius belok kursi roda dengan sekema perhitungan seperti skema gerak belok pada gambar 7. Dari persamaan gonometri seperti terlihat pada gambar 7, maka besarnya sudut belokan kursi roda yang dievaluasi dari gerakan sebelumnya, dan hasilnya seperti terlihat pada tabel 3.



Gambar 7. Skema rencana perhitungan sudut *steer*

Tabel 3. Hasil perhitungan sudut belokan kursi roda (*steer*)

No.	R_A (cm)	$R_{A'}$ (cm)	Φ	$d_f = 90^{\circ} - \Phi$
1	100	99.4	$44,828^{\circ}$	$45,172^{\circ}$
2	100	120.4	$50,288^{\circ}$	$39,712^{\circ}$
3	100	139.3	$54,326^{\circ}$	$35,674^{\circ}$
4	100	110.6	$47,882^{\circ}$	$42,118^{\circ}$
5	100	121.37	$50,514^{\circ}$	$39,486^{\circ}$

Dari data yang telah berhasil dikumpulkan dan dari hasil perhitungan, didapatkan sudut *steer* rata-rata sebesar $47,5672^{\circ}$ atau dibulatkan menjadi 48° dan radius belok rata-rata kursi roda adalah 1,384 meter.

5. Kesimpulan

Dari rancang bangun kursi roda yang sudah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

- Secara prinsip kursi roda yang dirancang dapat memenuhi fungsinya untuk bergerak diatas bidang datar, menanjak dan berbelok.
- Kecepatan gerak prototipe kursi roda untuk bergerak diatas bidang datar tanpa beban

adalah 2,06 k m/jam dan 0,875 km /jam dengan beban sebesar 15 kg.

- Kecepatan gerak prototype kursi roda untuk bergerak diatas bidang menanjak dengan sudut tanjakkan 15° tanpa beban adalah 0,72 km/jam dan 0,355 km /jam dengan beban sebesar 15 kg
- Mekanisme belok prototype kursi roda mampu berbelok dengan radius sebesar 1,384 meter dan dengan sudut belok sebesar 48°.

Referensi

Batan, I Made Londen, Desain Produk. Penerbit Guna Widya, Edisi satu, Surabaya (2012).

“Electric-Wheelchair”. http://www.clearleadinc.com/site/consumer_electric_wheelchair.html<http://www.w3.org/TR/REC-html40>.

Hutaung, Andi G., Perencanaan Kursi Roda Untuk Jalan Datar Dan Menanjak Dengan Sudut Kemiringan Tanjakan 30⁰, Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin FTI-ITS, Surabaya (2010).

I Nyoman Sutantra, & Bambang Sampurno. Teknologi Otomotif, Penerbit Guna Widya. Edisi kedua (2010).

Jayanti, Indah. Perencanaan Setting Posisi Dudukan Kursi Roda Yang Aman Dan Nyaman Saat Bergerak Naik, Tugas Akhir Mahasiswa, Jurusan Teknik Mesin FTI-ITS, Surabaya, (2009).

Jenny. Perancangan Kursi Roda Yang Mampu Bergerak Naik Turun. Tugas akhir Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin FTI-ITS. (2005).

“Leveraged freedom chair”, <http://www.otakku.com/leveraged-freedom-chair-kursi-roda-untuk-negara-berkembang.html>

Manurung, Ronny H. Perencanaan Mekanisme dan Pengatur Posisi Dudukan Kursi Roda pada Kemiringan Lintasan 30⁰, Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin FTI-ITS, Surabaya, (2010).

Nuzula, Alfian N dan Ghoffar Fristian. Rancang Bangun Kursi Roda yang Bisa Naik Tangga, Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin FTI-ITS, Surabaya (2010).

Sunardi B. Tjandra. Rancang Bangun Stair-Climb Wheelchair. Tesis Mahasiswa Magister Program Pascasarjana Teknik Mesin FTI-ITS. (2011).

Ziegler, Johann. "Working Area of Wheelchairs (Details about Some Dimensions that are specified in ISO 7176-5)“, FIOT Wien, Austria