

PERANCANGAN ALAT BANTU JALAN KRUK BAGI PENDERITA CEDERA DAN CACAT KAKI

Genta Emel P.Chandra¹, Desto Jumeno²

- ¹) Mahasiswa Program Sarjana, Program Studi Teknik Industri, Universitas Andalas
Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Industri, Universitas Andalas Padang, Kampus Limau Manis, Padang 25163
Email: gentaprahana@gmail.com
- ²) Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Industri, Universitas Andalas Padang, Kampus Limau Manis, Padang 25163
Email: d_jumeno@yahoo.com

Abstrak

Kruk sebagai alat bantu jalan yang digunakan pada penderita cedera dan cacat kaki harus mampu memberikan kenyamanan kepada penggunanya. Rancangan yang baik akan dapat membantu pengguna yang cedera atau cacat dalam bergerak. Rancangan alat bantu jalan kruk yang salah baik itu ukuran ataupun desain akan mengakibatkan meningkatnya resiko cedera pada para penggunaan kruk. Terbukti dengan ditemukannya lebih dari 15.000 cedera terjadi di Amerika terkait alat bantu jalan kruk dan mengalami peningkatan sampai 23% rentang tahun 1991-2008. Untuk itu diperlukan suatu rancangan yang memberikan kenyamanan dan meminimasi resiko cedera pada pengguna kruk.

Tahap pertama dalam perancangan kruk adalah pengumpulan data beberapa variabel antropometri kemudian dilakukan pengujian statistik seperti uji kenormalan data, uji keseragaman data dan uji kecukupan data. Setelah dilakukan pengujian statistik, tahap selanjutnya adalah menentukan nilai persentil sebagai dasar penentuan dimensi produk sesuai dengan prinsip perancangan yang digunakan. Perancangan selanjutnya memasuki tahap konseptual dan pemodelan produk. Pemodelan produk dilakukan dengan bantuan software Computer Aided Design (CAD). Setelah itu ditetapkan material yang digunakan untuk merealisasikan produk hasil rancangan ke dalam prototipe. Pengujian terhadap pengguna juga dilakukan sebagai perbandingan antara kruk hasil rancangan dengan kruk yang pernah digunakan sebelumnya.

Perubahan pada rangka utama, bantalan alas kruk, pegangan kruk, mekanisme pengaturan tinggi kruk dan mekanisme pengaturan tinggi genggamannya dirancang sedemikian rupa setelah melalui beberapa iterasi untuk mendapatkan rancangan kruk yang aman, nyaman, dan meminimasi resiko cedera pada pengguna. Harga produksi untuk satu unit prototipe produk adalah Rp. 169.420 dan dapat ditekan menjadi Rp. 139.420 apabila produksi yang dilakukan mencapai 50 unit, dengan berat prototipe hasil rancangan adalah ± 1.75 kg.

Keywords: perancangan, kruk, antropometri, prototipe

1. Pendahuluan

Cedera atau cacat (*disability*) yang terjadi pada alat gerak kaki, membuat penurunan atau kehilangan kemampuan geraknya, sehingga akan menghalangi berbagai aktifitas yang mampu dilakukan pada keadaan yang dianggap sehat.

Menurut data Kementerian Sosial Republik Indonesia (www.Depsos.go.id), saat ini di Indonesia dari 14 propinsi yang didata yang terdiri dari Jambi, Bengkulu, DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, DI Yogyakarta, Jawa Timur, Banten, Bali, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Kalimantan Barat, Sulawesi Selatan dan Gorontalo, terdapat 1.167.111 orang penyandang cacat. Cacat yang paling banyak dialami adalah cacat kaki sebesar 20,04 % dari total penyandang cacat. Angka tersebut tergolong tinggi untuk wilayah Asia berdasarkan ketetapan WHO (www.who.int) dimana jika persentase cacat melebihi 19,5 %, termasuk kategori tinggi.

Tingkat penderita cacat kaki yang tinggi di Indonesia yaitu mencapai 20,04 % dari total penyandang cacat akan meningkatkan juga permintaan atas alat bantu jalan, terutama kruk yang memiliki kelebihan-kelebihan lain dibanding alat bantu lainnya. Namun, kruk sebagai alat bantu jalan, tidak hanya memberikan keuntungan tetapi juga menyisakan permasalahan atau efek negatif, seperti kekurangnyamanan pada pengguna dan peningkatan resiko cedera.

Shabas dan Scheiber (1986) menjelaskan kasus yang dijumpai pemakai kruk yang ukurannya tidak baik dengan penekanan bahu berlebihan disertai ayunan kruk yang berlebihan pada saat pemakaian, akan meningkatkan resiko terjadinya cedera bahu. Cedera bahu akan menyebabkan efek seperti kesulitan mengangkat lengan ke atas dan kelemahan rotasi eksternal. Selain masalah ukuran kruk, masalah lain yang harus diperhatikan dalam perancangan kruk adalah kebutuhan pengguna kruk akan produk yang ergonomis.

Menurut McKenzie (2010) dalam studinya di *Center for Injury Research and Policy of The Research Institute di Nationwide Children's Hospital* menemukan bahwa lebih dari 15.000 cedera terjadi di Amerika terkait alat bantu jalan kruk dan mengalami peningkatan sampai 23% rentang tahun 1991-2008. Estimasi jumlah cedera penggunaan kruk di Amerika Serikat rentang tahun 1991- 2008 Berdasarkan uraian sebelumnya tingkat resiko cedera yang dapat terjadi pada pengguna kruk cukup tinggi, sehingga diperlukan adanya suatu produk yang ergonomis yang dapat memenuhi kebutuhan pengguna dengan memperhatikan kenyamanan dan keinginan pengguna. Produk ergonomis sudah menjadi tuntutan pengguna saat ini sebagai salah satu faktor penentu daya saing produk (Nurmianto, 1996). Desain produk yang ergonomis yang memperhatikan aspek-aspek perancangan akan

memberikan dampak positif bagi pengguna kruk, dimana kepuasan, keamanan dan kenyamanan pengguna merupakan tolok ukur yang harus dipenuhi.

2. Dasar Teori Antropometri

Antropometri berasal dari bahasa Yunani yaitu *Anthrospos* yang berarti manusia dan *Metricos* yang berarti pengukuran. Antropometri merupakan pengetahuan yang menyangkut pengukuran tubuh manusia khususnya dimensi tubuh. Antropometri merupakan salah satu bagian yang menunjang ergonomi, khususnya dalam perancangan suatu peralatan berdasarkan prinsip-prinsip ergonomi.

Menurut Stevenson (Nurmianto, 2000), antropometri adalah satu kumpulan data numerik yang berhubungan dengan karakteristik fisik tubuh manusia, ukuran, bentuk dan kekuatan, serta penerapan data tersebut untuk penanganan desain. Data antropometri dapat digunakan dalam perancangan suatu sistem kerja yang sarannya adalah sistem kerja yang efektif, nyaman, aman, sehat dan efisien (ENASE).

Jenis – Jenis Data Antropometri

Antropometri dapat dibagi atas dua berdasarkan posisi tubuh pada saat pengukuran bagian yaitu :

1. Antropometri Statis

Antropometri statis adalah pengukuran tubuh manusia pada posisi diam. Contohnya pengukuran tinggi duduk tegak, tinggi duduk normal, tebal paha, tinggi sandaran punggung, tinggi pinggang, tinggi popliteal dan lain-lain.

2. Antropometri Dinamis

Antropometri dinamis adalah pengukuran yang dilakukan terhadap posisi tubuh pada saat melakukan gerakan-gerakan yang berkaitan dengan pekerjaan yang dilakukannya. Tujuannya adalah mendapatkan ukuran tubuh yang nantinya berkaitan erat dengan gerakan-gerakan nyata dalam melakukan suatu pekerjaan. Contohnya pengukuran putaran lengan, putaran telapak tangan, dan sudut telapak kaki.

Faktor yang Mempengaruhi Data Antropometri

Ada beberapa faktor yang membedakan antara populasi satu dengan yang lainnya, yaitu (Nurmianto, 1996) :

1. Jenis Kelamin

Terdapat perbedaan yang signifikan antara tubuh pria dan wanita. Antara pria dan wanita terdapat perbedaan dimensi tubuh, umumnya dimensi tubuh pria lebih besar kecuali pada bagian dada dan pinggul. Ini menyebabkan data antropometri untuk kedua jenis kelamin terpisah.

2. Umur

Dapat digolongkan ke dalam beberapa kelompok yaitu :

- Balita
- Anak-anak
- Remaja
- Dewasa

- Lanjut usia

Ukuran tubuh manusia akan berkembang dari saat lahir hingga sekitar usia 20 tahun untuk pria dan 17 tahun untuk wanita. Ada kecenderungan berkurang setelah 60 tahun.

3. Suku Bangsa

Suku bangsa juga mempengaruhi dimensi tubuh manusia. Orang Eropa dan Amerika memiliki dimensi tubuh yang lebih besar bila dibandingkan dengan dimensi tubuh orang Jepang dan Asia Tenggara.

4. Pakaian

Hal ini merupakan sumber variabilitas yang disebabkan oleh bervariasinya iklim/ musim yang berbeda dari satu tempat ketempat lain terutama untuk daerah dengan empat musim. Misalnya pada waktu dingin, manusia akan memakai pakaian yang relatif tebal dan ukuran yang relatif besar.

5. Pekerjaan (aktivitas sehari-hari)

Beberapa jenis pekerjaan tertentu menuntut adanya persyaratan dalam seleksi karyawan ataupun stafnya.

Contoh : orang yang rutin bermain basket cenderung lebih tinggi

6. Faktor kehamilan pada wanita

Faktor ini sudah jelas akan mempunyai pengaruh perbedaan yang berarti dibandingkan dengan wanita yang tidak hamil, terutama dalam analisis perancangan produk dan analisis perancangan kerja.

7. Cacat Tubuh secara fisik

Cacat tubuh mempengaruhi suatu data antropometri, tubuh yang cacat dapat mempengaruhi dimensi tubuh tersebut.

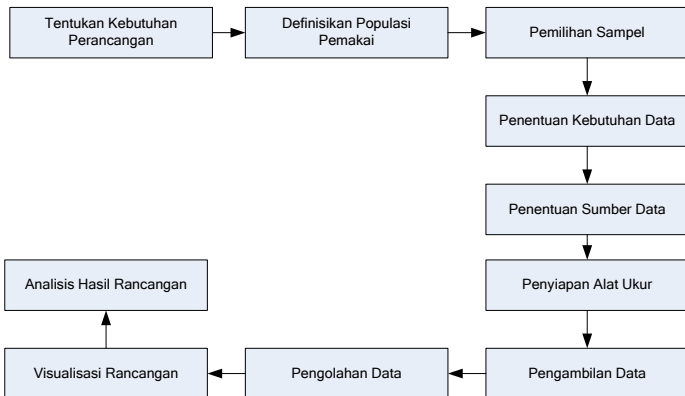
8. Keacakan / Random

Perbedaan distribusi secara statistik dari dimensi kelompok anggota masyarakat dapat dipresentasikan dengan dengan distribusi normal, dan menggunakan persentil yang dapat diduga jika rata-rata dan standar deviasi diketahui.

Berkaitan dengan aplikasi data antropometri yang diperlukan maka ada beberapa rekomendasi yang diberikan untuk tahapan-tahapan dalam penggunaan data tersebut (Wickens, 1997) :

1. Tentukan populasi atau target pengguna yang akan menggunakan produk hasil rancangan tersebut.
2. Tentukan dimensi tubuh yang penting dalam rancangan tersebut.
3. Tentukan prinsip rancangan yang digunakan, individu ekstrim, rata-rata atau yang dapat disesuaikan.
4. Tentukan nilai persentil yang digunakan dalam perancangan tersebut.
5. Tetapkan nilai dari tabel antropometri yang sesuai dengan langkah-langkah diatas.
6. Lakukan pengujian hasil rancangan.

Tahapan-tahapan dalam melakukan perancangan berbasis antropometri diterangkan oleh Hutahean, dkk (2007) pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Tahapan rancangan berbasis antropometri (Sumber : Hutahean 2007)

Aplikasi Data Antropometri Dalam Perancangan

Agar data yang didapat bisa digunakan dalam perancangan nantinya, maka terdapat 3 prinsip umum dalam menggunakan data Antropometri dalam proses perancangan, yaitu (Wignjosoebroto, 2000) :

1. Perancangan untuk individu ekstrim
Idealnya dalam setiap perancangan, hal utama yang patut menjadi perhatian adalah agar rancangan tersebut dapat digunakan oleh sebagian besar populasi yang akan digunakan. Akan tetapi karena begitu besarnya variasi dimensi tubuh manusia, akan sangat sulit untuk dapat mengakomodasi kebutuhan seluruh populasi. Karena itulah digunakan prinsip maksimum atau minimum (ekstrim) dalam perancangan. Perancangan untuk nilai populasi maksimum adalah keputusan yang tepat jika dapat mengakomodasikan semua orang, misalnya tinggi pintu. Sebaliknya untuk perancangan dengan populasi minimum, contohnya jarak tombol pengendali dari operator dan kekuatan yang dibutuhkan untuk mengoperasikan tombol. Keterbatasan dari konsep perancangan ini adalah bahwa ada sebagian kecil populasi yang tidak terakomodasi oleh rancangan yang dibuat.
2. Perancangan fasilitas yang dapat disesuaikan
Beberapa segi/bagian tertentu dari peralatan atau fasilitas dapat dirancang sehingga dapat disesuaikan dengan individu yang memakainya. Contohnya adalah kursi mobil, kursi kantor dan lain-lain. Meskipun konsep perancangan seperti ini sangat dianjurkan, seringkali dalam hal teknis maupun biaya sulit untuk membuat rancangan

- yang mampu mengakomodasi rentang nilai populasi mulai dari persentil 5 hingga persentil 95.
3. Perancangan berdasarkan nilai rata-rata
Prinsip ini hanya digunakan apabila prinsip berdasarkan individu ekstrim tidak mungkin dilakukan, dan tidak praktis untuk merancang dengan prinsip penyesuaian. Perancangan ini sebaiknya hanya dilakukan untuk peralatan atau fasilitas yang tidak kritis atau membahayakan baik dalam jangka waktu pendek ataupun panjang.

Alat Bantu Jalan Kruk

Salah satu cara untuk membantu para penderita cedera atau cacat kaki dalam melakukan pekerjaan atau kehidupan sehari-hari adalah dengan menggunakan kruk. Kruk yaitu tongkat/alat bantu untuk berjalan, biasanya digunakan secara berpasangan yang diciptakan untuk mengatur keseimbangan pada saat akan berjalan dan menopang tubuh penggunanya.

Kruk terbagi dua (Kedlaya, 2008) yaitu:

Kruk Axilla

Kruk *axilla* menopang badan dari ketiak sampai ke lantai, kruk *axilla* dapat mentransfer sampai 80% berat badan, namun akan terdapat tekanan yang besar pada bagian ketiak, karena berat badan yang bertumpu pada ketiak tadi. Kruk *axilla* tidak dirancang untuk bisa beristirahat selama menopang tubuh.

Kruk Nonaxilla

Kruk *nonaxilla* menopang dari bagian lengan sampai ke lantai, kruk *nonaxilla* dapat mentransfer 40-50% berat badan. Lebih ringkas dan ringan daripada Kruk *axilla* dan memerlukan kontrol tubuh yang lebih baik bagi pengguna.

Perancangan Berbasis Prototype

Sebelum prototipe produk diwujudkan, maka perlu ada beberapa hal yang diperhatikan dalam kaitannya dengan desain yang dibuat. Kajian terhadap desain yang dibuat berupa evaluasi mengenai kelayakan dan kesesuaiannya dengan aspek-aspek perancangan. Evaluasi heuristik dan pemilihan material adalah hal yang dapat dilakukan untuk evaluasi terhadap produk (Wickens *et al*, 1997).

Evaluasi Heuristik

Evaluasi heuristik dari suatu desain berarti analisa yang mempertimbangkan karakteristik sistem atau desain produk untuk menentukan apakah mereka memenuhi kriteria awal dalam perancangan. Evaluasi heuristik biasanya dilakukan dengan membandingkan rancangan dengan hasil yang diinginkan. Evaluasi heuristik juga dapat dilakukan untuk menentukan karakteristik desain, atau alternatif desain berdasarkan keinginan pengguna.

Setelah desain selesai, maka diperlukan analisis terhadap desain tersebut. Analisis yang dapat dilakukan pada saat ini meliputi:

- Analisis biaya terhadap desain.
- Analisis pasar/perdagangan
- Analisis beban kerja

- Simulasi dan pemodelan
- Keamanan, keandalan manusia, atau analisis bahaya

Hasil dari evaluasi heuristik sangat penting untuk melakukan perbaikan terhadap kelemahan-kelemahan desain dan melakukan perbaikan terhadap sistem atau produk yang dirancang.

Pemilihan Material

Sebelum suatu desain diubah ke dalam bentuk *prototype* maka tahap selanjutnya adalah pemilihan material pendukung. Pemilihan material merupakan hal sangat penting dalam pertimbangannya dalam suatu desain produk. Material yang dipilih harus mampu memenuhi karakteristik desain yang diinginkan dengan mempertimbangkan kelemahan-kelemahan yang dimiliki manusia sebagai pengguna, aspek keamanan dan kenyamanan sangat diperhatikan dalam pemilihan material.

Prototipe

Untuk mendukung desain *interface*, pengujian kegunaan, dan kegiatan lainnya yang berhubungan dengan faktor manusia, pembuatan prototipe sangat dibutuhkan. Prototipe adalah perkiraan awal dari produk akhir yang dirancang. Prototipe memiliki tampilan dan fitur dari produk akhir tetapi belum memiliki fungsional secara penuh. Penggunaan *prototype* selama proses desain memiliki sejumlah keunggulan diantaranya (Wickens *et al*, 1997):

- Membantu perancang dalam mengembangkan ide.
- Membantu perancang mengkomunikasikan rancangan.
- Dukungan untuk evaluasi.
- Dukungan untuk pengujian kegunaan dengan memberikan pengguna sesuatu untuk berinteraksi.

Pengujian Akhir

Setelah prototipe produk selesai dibuat maka tahapan selanjutnya adalah pengujian akhir dari produk tersebut. Teknik pengujian tradisional menitikberatkan kepada fungsi produk atau tampilan fisik dari produk apakah sudah berfungsi dengan benar atau belum. Untuk analisis ergonomis maka desainer perlu memperhatikan kinerja, keamanan dan nyaman dari produk/sistem secara keseluruhan.

Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan pengujian terhadap responden yang mewakili populasi pengguna nantinya. Adapun kategori yang umum digunakan dalam pengujian terhadap pengguna adalah :

- Kepuasan pengguna.
- *Usability*.
- Tingkat performansi.
- Jumlah kesalahan terkait isu-isu keselamatan.

Setelah produk diluncurkan perancang mungkin perlu untuk mengukur variabel-variabel lain yang berpengaruh besar berkaitan dengan perusahaan

atau organisasi secara keseluruhan, adapun variabel-variabel tersebut seperti:

- Biaya *manufacturing*, efisiensi, dll.
- Biaya tenaga kerja.
- Jumlah kecelakaan dan cedera.
- Jumlah klaim cacat.
- Cuti sakit dan indeks kesehatan lainnya.

3. Metodologi Penelitian Penelitian Pendahuluan

Tahap penelitian pendahuluan dilakukan untuk mengetahui berbagai informasi-informasi yang berhubungan dengan alat bantu jalan kruk. Informasi didapatkan melalui pengamatan terhadap pengguna kruk dan produk-produk kruk yang ada di pasaran saat ini, pengumpulan informasi awal untuk penelitian juga didapatkan melalui internet dan jurnal-jurnal penelitian mengenai alat bantu jalan.

Studi Literatur

Studi literatur dilakukan bersamaan dengan penelitian pendahuluan, studi literatur dilakukan dengan melakukan pengumpulan dan pengkajian terhadap teori dari buku-buku referensi dan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya mengenai alat bantu jalan kruk. Studi literatur bertujuan untuk mendapatkan dasar-dasar referensi yang berhubungan dengan masalah yang diteliti. Referensi yang dibutuhkan antara lain mengenai ergonomi, antropometri, prinsip perancangan, ekonomi gerakan dan teori-teori tentang alat bantu kruk yang dirasa perlu.

Identifikasi Masalah

Berdasarkan data-data dan hasil penelitian sebelumnya dan pengamatan mengenai alat bantu jalan kruk yang telah diutarakan pada latar belakang ditemukan masalah bahwa kruk yang beredar dipasaran saat ini memiliki tingkat cedera yang tinggi, tidak nyaman dan desain yang kurang ergonomis.

Menetapkan Perumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah diutarakan pada latar belakang dan identifikasi masalah, maka perumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana rancangan kruk yang dibutuhkan oleh penderita cedera kaki dan cacat yang aman, nyaman dan memiliki rancangan yang ergonomis sehingga dapat meminimasi resiko cedera akibat penggunaan kruk.

Menentukan Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan rancangan kruk yang ergonomis yang aman dan mampu meminimasi cedera dan memberikan kenyamanan sesuai dengan harapan konsumen.

Tahap - Tahap Perancangan

Tahap-tahap yang dilalui dalam perancangan alat bantu jalan kruk dilakukan sebagai berikut :

1. Menentukan kebutuhan perancangan.
2. Mendefinisikan populasi pengguna.
3. Pemilihan sampel.
4. Menentukan kebutuhan data.

5. Menentukan sumber data.
6. Pengumpulan data.
7. Pengolahan data.
8. Menetapkan prinsip perancangan.
9. Perhitungan nilai persentil.
10. Penentuan dimensi.
11. Perancangan konseptual.
12. Pemodelan produk.
13. Pemilihan material.
14. Evaluasi model
15. Pembuatan prototipe.
16. Pengujian hasil rancangan.
17. Analisis perancangan.

Penutup

Pada bagian penutup merupakan kesimpulan penelitian yang ditarik dari analisis yang dilakukan serta saran-saran yang berguna untuk penelitian selanjutnya

4. Hasil Penelitian

Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan berupa data beberapa variabel antropometri statis mahasiswa Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Andalas seperti tinggi ketiak, lebar telapak tangan, lebar lengan, dan jangkauan tangan yang diasumsikan mewakili manusia dewasa Indonesia. Data tersebut dikumpulkan di laboratorium perancangan sistem kerja dan ergonomi.

Pengolahan Data

Pengujian Statistik

Pengujian statistik yang dilakukan antara lain uji kenormalan, uji keseragam data serta uji kecukupan data

Perhitungan Persentil

Persentil adalah suatu nilai yang menunjukkan persentase tertentu dari orang yang memiliki ukuran pada atau dibawah nilai tersebut. Persentil ditetapkan sesuai tabel probabilitas distribusi normal. Nilai dari persentil ini nantinya akan digunakan untuk penentuan dimensi produk yang akan dibuat berdasarkan prinsip rancangan yang digunakan.

Perhitungan nilai persentil

Persentil	Perhitungan
1	$\bar{X} - 2,325\sigma_x$
2,5	$\bar{X} - 1,96\sigma_x$
5	$\bar{X} - 1,645\sigma_x$
10	$\bar{X} - 1,28\sigma_x$
50	\bar{X}
90	$\bar{X} + 1,28\sigma_x$
95	$\bar{X} + 1,645\sigma_x$
97,5	$\bar{X} + 1,96\sigma_x$
99	$\bar{X} + 2,325\sigma_x$

(Sumber : Nurmianto 2000)

Rekapitulasi perhitungan nilai persentil

No.	Variabel Anthropometri	Kode	Satuan	Persentil Yang Digunakan	
1	Lebar Telapak Tangan	Ltt	cm	P5 = 7.62	P99 = 12.28
2	Tinggi Ketiak	Tkt	cm	P5 = 119.24	P95 = 141.17
3	Jangkauan Tangan	Jta	cm	P5 = 47.34	P90 = 61.20
4	Lebar Lengan	Ll	cm	P5 = 6.76	P99 = 13.38
5	Berat Badan	Bb	Kg	P5 = 42.18	P99 = 77.77

Berdasarkan nilai persentil yang telah dihitung sebelumnya, maka penentuan dimensi berdasarkan data variabel anthropometri dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Lebar telapak tangan

Lebar telapak tangan digunakan untuk menentukan dimensi genggam tangan pada kruk, persentil yang digunakan adalah persentil 99 dengan nilai 12.28 cm dengan nilai pembulatan 12 cm.

2. Tinggi ketiak

Tinggi ketiak digunakan untuk menentukan tinggi maksimal dan tinggi minimal kruk yang dirancang, tinggi maksimum kruk digunakan persentil 95 yaitu 141.17 cm dengan pembulatan 141 cm, sedangkan tinggi minimum kruk digunakan persentil 5 yaitu 119.24 cm dengan nilai pembulatan 119 cm.

3. Jangkauan tangan

Jangkauan tangan digunakan untuk menentukan jarak maksimal dan minimal antara alas dan genggam tangan, jarak maksimal digunakan persentil 90 dengan nilai 61.20 cm dengan nilai pembulatan 61 cm. Jarak minimal digunakan persentil 5 dengan nilai 47.34 cm dengan nilai pembulatan 47 cm.

4. Lebar lengan

Lebar lengan digunakan untuk menentukan lebar alas kruk, persentil yang digunakan adalah persentil 99 dengan nilai 13.38 cm, kemudian ditambah dengan kelonggaran 7 cm untuk menjaga agar alas tidak mudah slip dan nyaman digunakan, sehingga ukuran alas menjadi 20.38 cm dengan pembulatan menjadi 20 cm.

5. Berat Badan

Berat badan digunakan untuk melakukan evaluasi terhadap produk nantinya sehingga didapatkan berat tubuh maksimum yang mampu ditopang oleh produk hasil rancangan.

Perancangan Produk

Menentukan Kebutuhan Perancangan

Kebutuhan perancangan dilakukan dengan mengidentifikasi kebutuhan pengguna. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Fitriadi (2008), terdapat beberapa poin yang menjadi keinginan pengguna terhadap produk kruk yang ada saat ini, keinginan pengguna tersebut dapat antara lain :

1. Alat yang ergonomis dan nyaman saat digunakan
2. Alat yang bisa disetel dan desain yang ringkas
3. Bahan penyusun yang berkualitas

Perancangan Konseptual

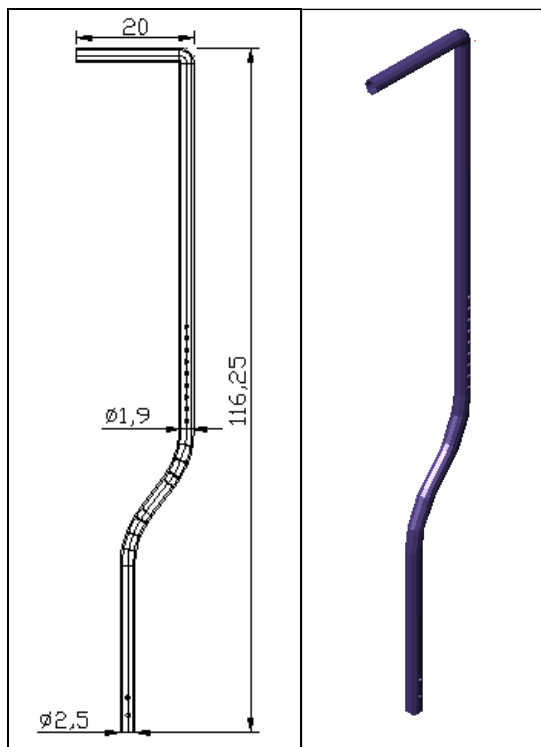
Tahap selanjutnya adalah perancangan konseptual. Pada tahap ini keinginan-keinginan pengguna

dituangkan dalam bentuk konsep rancangan produk kruk. Konsep rancangan yang dihasilkan nanti diharapkan dapat memenuhi kebutuhan pengguna yang menginginkan alat yang ergonomis, aman dan nyaman. Konsep rancangan yang dibuat dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Desain rangka utama disesuaikan dengan posisi tubuh

Kruk yang baik harus memperhatikan kenyamanan penggunaannya. Pada saat kruk digunakan, posisi normal dan nyaman dari penggunaan kruk adalah tangan dan kaki pengguna berada dalam posisi segaris.

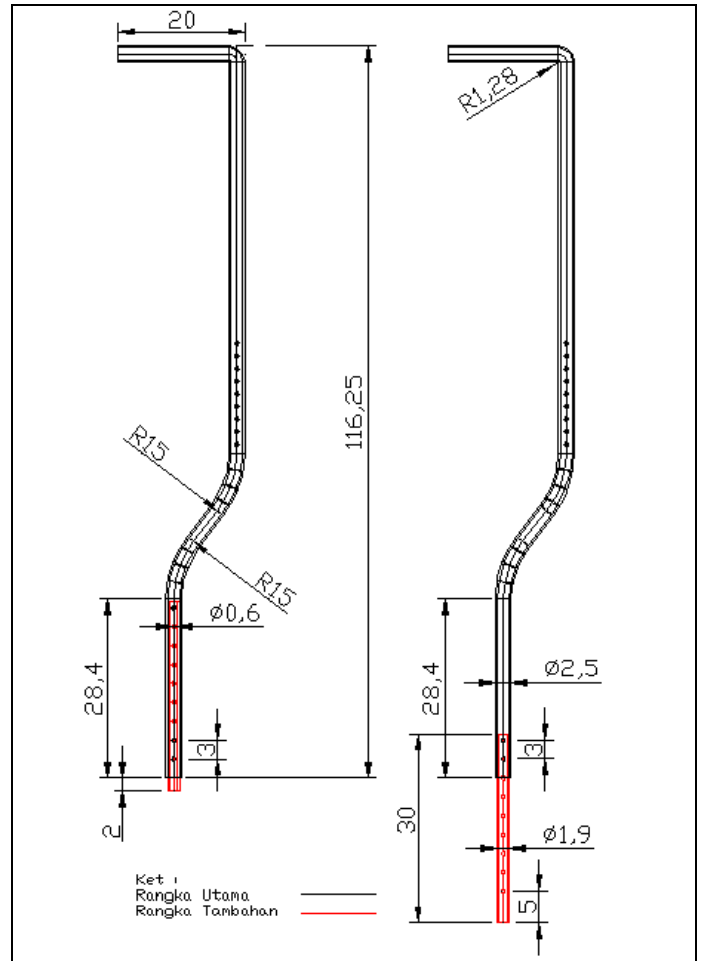
Pegangan tangan pada kruk harus sedemikian rupa sehingga posisi pada saat tangan memegang, lengan berada lurus kebawah tanpa membentuk sudut, kemudian rangka utama kruk berada segaris dengan kaki sehingga posisi kruk dapat menggantikan fungsi kaki yang cedera atau cacat. Posisi penggunaan kruk yang segaris ini dapat dilihat lebih jelas pada pemodelan produk.



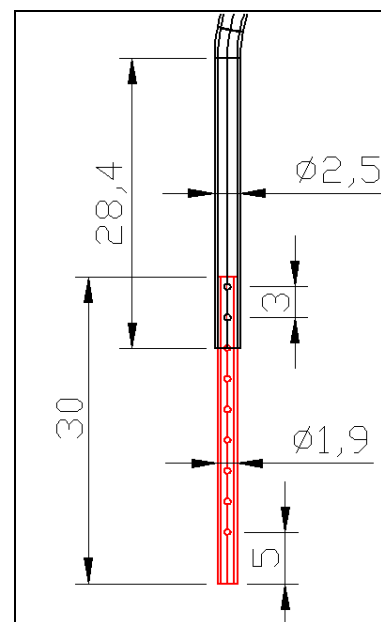
Gambar Rangka utama

2. Tinggi rangka utama yang dapat disesuaikan

Setiap individu memiliki perbedaan ukuran antropometri antara satu dengan lainnya, perbedaan tersebut akan menimbulkan perbedaan kebutuhan dimensi penggunaan kruk. Masalah perbedaan ukuran tersebut dapat diselesaikan dengan memberikan kemampuan untuk dapat disesuaikan pada kruk yang dirancang.



Gambar Rangka utama dan tambahan yang dapat disesuaikan (2d)

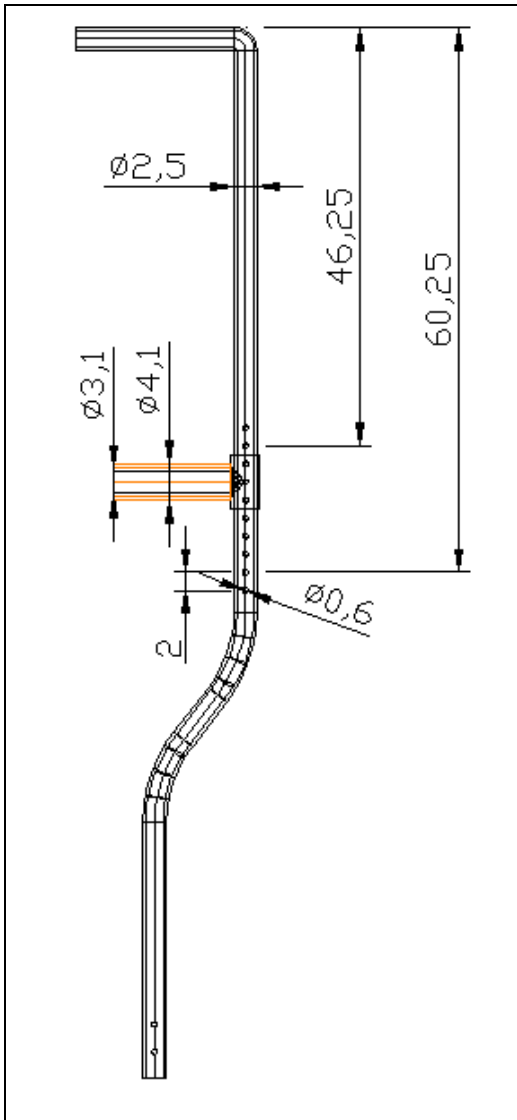


Gambar Mekanisme penyesuaian rangka utama dan tambahan

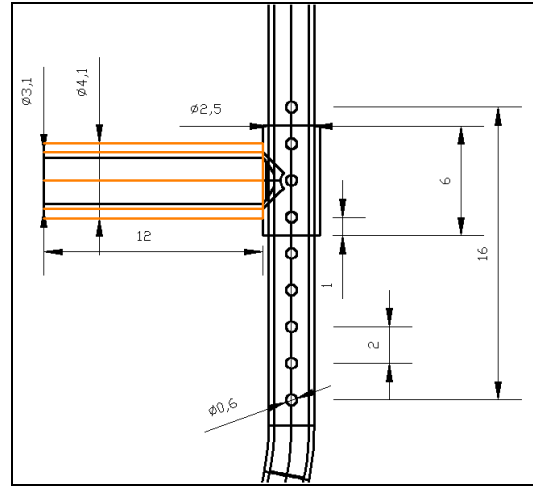
3. Ukuran pegangan kruk yang pas dan tinggi pegangan yang dapat disesuaikan.

Ukuran pegangan dan tinggi pegangan pada kruk sangat penting diperhatikan agar kruk yang dirancang dapat digunakan nantinya dengan baik. Ukuran pegangan dirancang berdasarkan data antropometri lebar telapak tangan (Ltt). Ukuran pegangan yang pas akan membantu pengguna dalam memegang kruk pada saat berjalan dan bertumpu pada kruk.

Mekanisme pengaturan tinggi pegangan terletak pada rangka utama, ketinggian dapat diubah dengan mengubah setelan ketinggian berupa baut dan mur pada pegangan dan rangka utama. Lubang setelan baut dan mur terdiri atas 9 lubang dengan jarak antar lubang 2 cm.



Gambar Posisi rangka utama dan pegangan

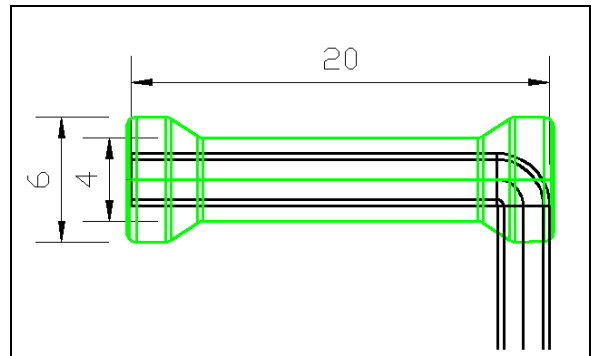


Gambar Mekanisme pengaturan tinggi pada pegangan

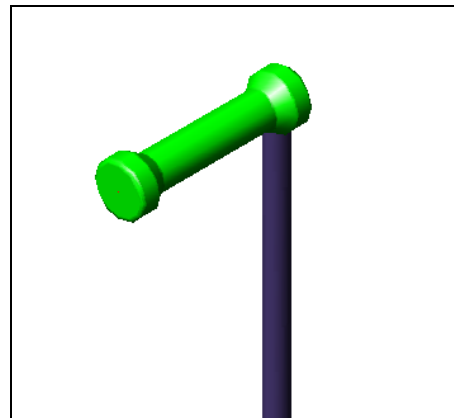
4. Bantalan Alas yang tidak licin dan empuk

Bantalan alas yang tidak licin dan empuk sangat diperlukan dalam sebuah kruk, dikarenakan selain pegangan, bagian alas merupakan tempat bertumpunya berat badan. Berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan pengguna maka rancangan alas harus memiliki desain yang tidak licin dan empuk.

kruk yang digunakan memiliki rancangan yang menyerupai pelana kuda yang dinilai mampu meningkatkan kepuasan dan kenyamanan pengguna dalam penggunaan kruk, bentuk alas pada rancangan akan menurunkan resiko slip pada saat penggunaan kruk.



Gambar Alas alternatif 3

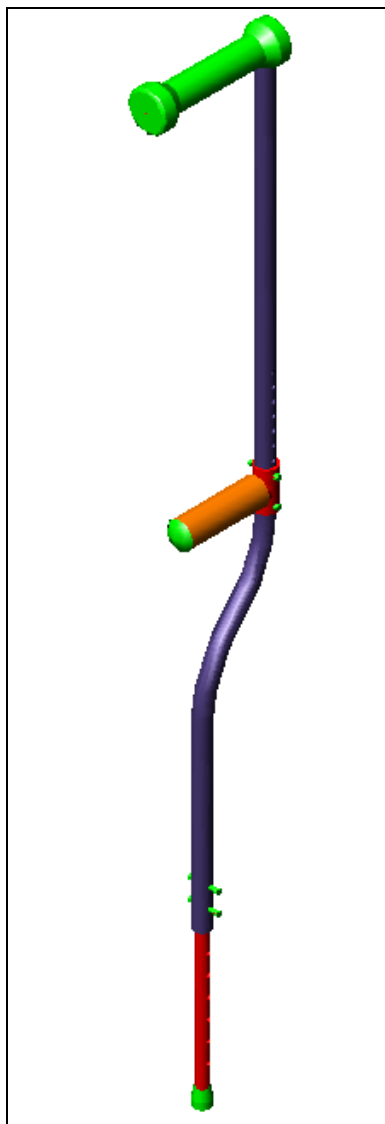


Gambar Alas alternatif 3

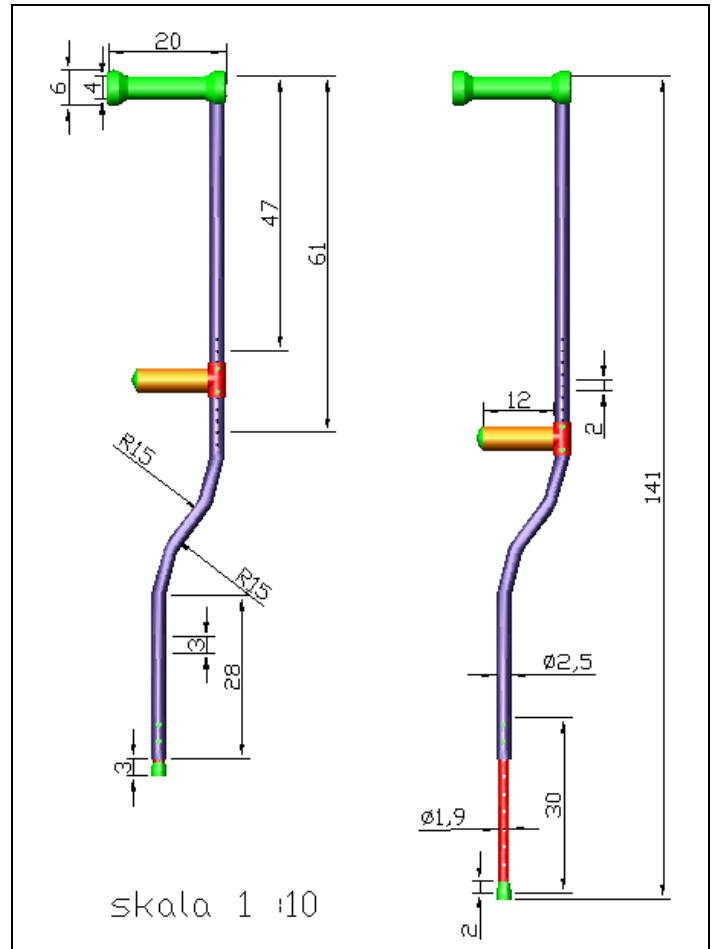
Selain itu pemilihan 4 cm untuk ukuran alas berdasarkan pertimbangan responden yang terdiri 10 orang yaitu 7 pria dan 3 wanita, dimana pada saat pengujian 6 orang dari 10 responden mengaku nyaman dengan ukuran 4 cm, 3 orang memilih 3,5 cm dan 1 orang memilih 3 cm. Berdasarkan pertimbangan tersebut maka dipilih diameter alas yang digunakan yaitu 4 cm

Pemodelan Produk

Pemodelan produk merupakan tahap dimana rancangan konseptual yang telah dibuat, dituangkan dalam bentuk visual berupa gambar 2 dimensi atau 3 dimensi dengan bantuan aplikasi software CAD (*computer aided design*)

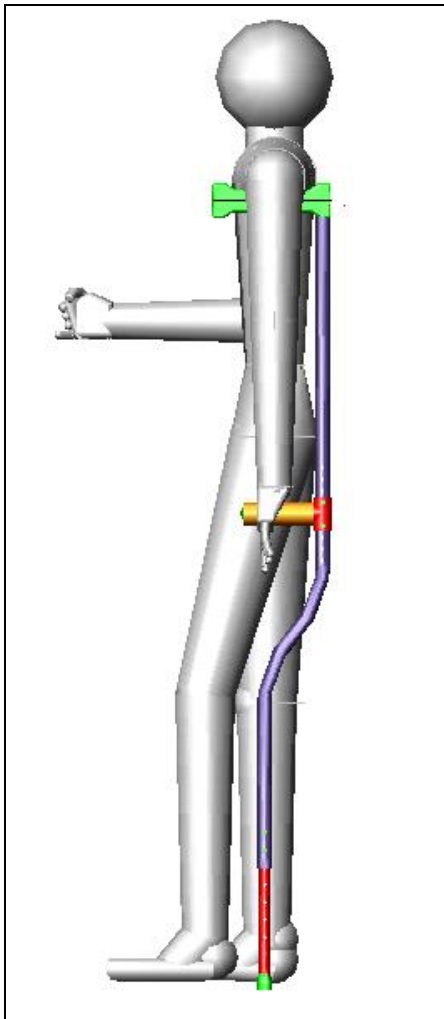


Gambar Kruk (3d)



Gambar Kruk (2d)

Ilustrasi penggunaan kruk hasil rancangan dapat diperlihatkan pada Gambar . Ilustrasi penggunaan tersebut akan memperlihatkan bahwa kruk yang dirancang menyesuaikan dengan bentuk tubuh pengguna, dimana pada saat digunakan posisi kruk berada segaris dengan tangan dan kaki, sehingga peran kruk sebagai penopang tubuh dapat dijalankan dengan baik



Gambar Ilustrasi penggunaan kruk

Tabel Perbandingan sifat besi, aluminium dan kayu

No.	Jenis Material	Kelebihan	Kekurangan
1	Besi	- Lebih kuat dibanding kayu dan aluminium - Mudah didapat dipasaran - Harga lebih murah daripada aluminium	- Mudah berkarat, harus dicat - Lebih berat dibanding aluminium
2	Aluminium	- Ringan - Tidak bisa berkarat - Tidak perlu dicat - Cukup kuat	- Harga relatif mahal - Pengerjaan butuh peralatan khusus
3	Kayu	- Kuat - Murah - Mudah didapat	- Mudah rusak akibat air - Cukup berat - Susah dibentuk

material yang dipilih adalah besi, pemilihan besi dikarenakan material ini lebih mudah dibentuk dan lebih ringan dibanding dengan kayu, sedangkan aluminium tidak dipilih karena harga yang mahal dan pengerjaan yang sulit dan butuh peralatan khusus yang saat ini sumber daya tersebut tidak tersedia pada saat penelitian ini dilakukan, untuk alternatif material yang dipilih adalah besi.

Untuk bantalan alas dan bantalan pegangan kruk juga terdapat beberapa alternatif sebagai pertimbangan. Material yang diperhitungkan adalah, kayu, busa dilapisi kulit sintetis dan plastik/komposit. Perbandingan antar material penyusun tersebut dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel Perbandingan sifat kayu, plastik dan busa dilapisi kulit sintetis

No.	Jenis Material	Kelebihan	Kekurangan
1	Kayu	- Mudah dibentuk - Tahan lama	- Permukaan keras - Tidak nyaman - Berat, menambah bobot produk
2	Plastik	- Ringan - Tahan gesekan	- Pembuatan butuh cetakan - Permukaan keras - Licin
3	Busa dilapisi kulit sintetis	- Mudah dibentuk - Empuk - Ringan - Tidak licin	- Kurang tahan dengan gesekan

Berdasarkan perbandingan pada tabel diatas, maka material yang dipilih adalah busa yang dilapisi kulit sintetis. Pemilihan material ini diharapkan dapat menambah kenyamanan pengguna kruk pada saat pemakaian karena bahan yang empuk dan ringan.

Setelah dilakukan penetapan jenis material yang digunakan maka dilakukan proses pembuatan kruk. Proses pembuatan kruk ini menelan biaya pembuatan sebesar Rp 169.420 dengan rincian biaya sebagai berikut :

Pemilihan Material

Setelah dilakukan pemodelan produk secara visual dalam bentuk gambar 3 dimensi dan 2 dimensi dengan bantuan software CAD (computer aided design), tahap selanjutnya dalam perancangan adalah pemilihan material penyusun produk. Material penyusun berbeda-beda berdasarkan komponen penyusun produk. Pemilihan material dilakukan berdasarkan kelebihan yang dimiliki tiap jenis material dan keterbatasan sumber daya yang ada pada saat penentuan jenis material tersebut.

Komponen rangka utama, rangka tambahan, dan pegangan kruk memiliki karakteristik atau kebutuhan material yang sama, untuk itu alternatif material yang diperhitungkan adalah besi, aluminium dan kayu. Perbandingan antar material tersebut dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel Perhitungan biaya pembuatan kruk

No.	Nama Material	Harga (Rp)	Jumlah Dibutuhkan	Total Harga (Rp)
1	Sambungan Pipa/Keni	5.000/unit	1 unit	5.000
2	Pipa Besi diameter 2,5 cm	130.000/ 6m	1,5 m	32.500
3	Pipa Besi diameter 3,1 cm	150.000/ 6 m	0,09 m	2.250
4	Pipa Besi diameter 1,9 cm	110.000/ 6 m	0,3 m	5.500
5	Busa	10.000/m ²	0,062 m ²	620
6	Kulit Sintetis	25.000/m ²	0,062 m ²	1.550
7	Cat Semprot	15.000/botol	1 botol	15.000
8	Baut dan Mur	1.500/pasang	4 pasang	6.000
9	Amplas	8000 /lembar	2 lembar	16.000
10	Ujung Penutup Kruk	5.000/unit	1 unit	5.000
	Total Biaya Material			89.420
	Biaya Pengerjaan			80.000
	Total Harga			169.420

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari tahap-tahap perancangan, evaluasi dan analisis yang dilakukan pada penelitian ini, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Perubahan desain kruk yang menjadi pusat perhatian adalah : bantalan alas kruk, bentuk rangka utama, bantalan alas, bantalan pegangan kruk, dan mekanisme pengatur ketinggian pada kruk dan pegangan kruk.
2. Mekanisme pengatur ketinggian pada kruk dan pegangan kruk, dirancang agar memberikan ukuran yang pas dengan kebutuhan pengguna. Ukuran yang pas akan meminimasi resiko cedera akibat penekanan pada ketiak dan memberikan keamanan kepada pengguna selama penggunaan kruk. Desain dan pemilihan material bantalan alas dan pegangan kruk dirancang untuk memberikan kenyamanan terhadap pengguna kruk.
3. Biaya untuk memproduksi satu unit kruk adalah Rp. 169.420 dan dapat ditekan menjadi Rp. 139.420 apabila produksi yang dilakukan mencapai 50 unit. Berat prototipe hasil rancangan adalah ± 1.75 kg, berat ini lebih ringan dibanding kruk yang beredar di pasaran yang berkisar antara 2 kg sampai dengan 2.5 kg.

6. Saran

Saran-saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah :

1. Desain dan material penyusun pada ujung kruk harus lebih diperhatikan, karena merupakan salah satu bagian kruk yang menerima pembebanan dan bersentuhan langsung dengan lantai.
2. Perancangan kedepannya sebaiknya lebih memperhatikan aspek estetika produk.
3. Penelitian selanjutnya dapat membahas mengenai kruk *nonaxilla*.

7. Daftar Pustaka

- Departemen Sosial Republik Indonesia. (2010). *Ekspos Data Penyandang Cacat Berdasarkan Klasifikasi ICF Tahun 2009*. Diakses pada 15 Oktober 2010 dari <http://www.depsos.go.id>.
- Fitriadi, Taufik. (2008). *Perancangan Alat Bantu Jalan (Kruk) Yang Praktis Dan Ergonomis Dengan Menggunakan Software Catia*. Universitas Muhamadiyah Surakarta.
- Handra, Nofriardy. *Buku Ajar Elemen Mesin*. Diakses pada 13 Juli 2011 dari <http://scribt.com>.
- Hutahaean, Hotma A., Yanto, Amy Novia. *Rancang Bangun Alat Ukur Anthropometri Untuk Pengukuran Data Anthropometri Statis*. Diakses pada 10 Oktober 2010 dari <http://www.lib.atmajaya.ac.id/default.aspx>
- Kedlaya, Divakara. (2008). *Assistive Devices to Improve Independence*. Diakses pada 16 Oktober 2010 pada <http://emedicine.medscape.comnull/>.
- McKenzie, Alison M. Barnard, Nicolas G. Nelson, Huiyun Xiang and Lara B. (2010). *Pediatric Mobility Aid_Related Injuries Treated in US Emergency Departments From 1991 to 2008*. *Ofisial Journal of American Pediatric*. 2010;125;1200-1207. United States of America.
- Nurmianto, E. (1996). *Ergonomi: Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Edisi Pertama. Jakarta : PT. Guna Widya.
- Universitas Gunadarma. (2010). *Alat Bantu Jalan Kruk*. Diakses pada 16 Oktober 2010 dari <http://wartawarga.gunadarma.ac.id/2009/12/alat-bantu-berjalan-kruk/>.
- Sutalaksana, Iftikar Z. Ruhana anggawisasatra. John H. Tjakraatmadja. (1979). *Teknik Tata Cara Kerja*. Bandung : Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Bandung.
- Wickens, Christoper D., John D Lee, Yili Liu, Sallie Gordon Becker. (1993). *An Introduction to Human Factor Engineering*. Addison Wesley.
- Wignjosoebroto, Sritomo. (2000). *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu: Teknik Analisis untuk Peningkatan Produktivitas Kerja*. Surabaya : Guna Wydia.
- World Health Organization. (2010). *Disability, Injury Prevention and Rehabilitation*. Diakses pada 16 Oktober 2010 dari http://www.searo.who.int/LinkFiles/Publications_report-status-road-safety.pdf