

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2. 1. Penelitian Terdahulu

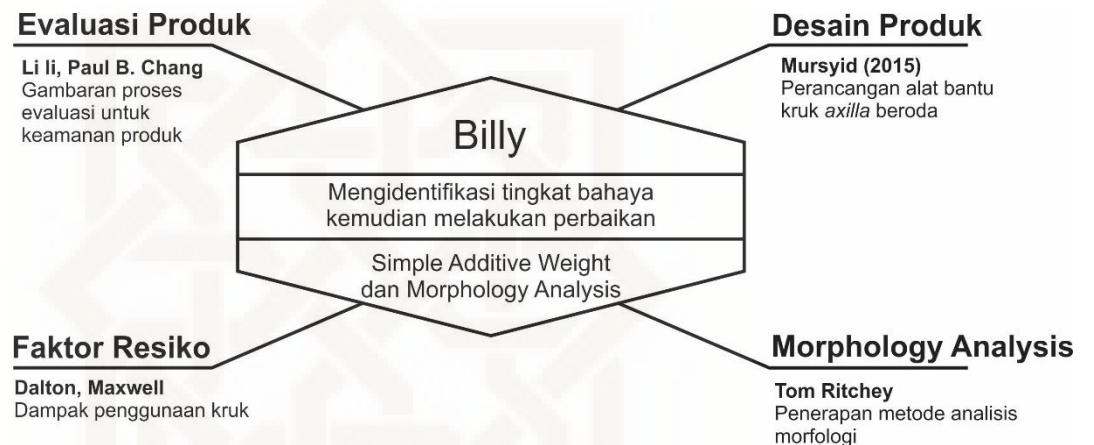
Bagian ini bertujuan untuk meninjau penelitian terdahulu yang memiliki karakteristik sejenis dengan tema yang akan dibahas oleh peneliti. Untuk membedakan penelitian sebelumnya dengan penelitian sekarang, maka penulis melakukan beberapa studi pustaka yang telah dilakukan oleh peneliti terdahulu, adapun tinjauan penelitian terdahulu antara lain:

A Dalton (2015) memberikan gambaran umum tentang dampak dari penggunaan kruk secara medis. Dampak dari penggunaan kruk dapat dijadikan acuan dalam perbaikan sehingga solusi perbaikan dapat mengatasi masalah yang timbul akibat penggunaan kruk. Pada penelitian ini penyandang disabilitas kaki diminta menggunakan kruk dengan desain yang berbeda selama 2 minggu untuk mengetahui dampak dari penggunaan kruk.

Li Li (2001) memberikan gambaran tentang bagaimana tahapan-tahapan yang dilakukan dalam melakukan evaluasi kemanan produk. Proses evaluasi ini yang kemudian diadopsi untuk meninjau desain kruk *axilla* beroda. Namun terdapat beberapa proses yang tidak dapat diimplementasikan pada penelitian ini karena adanya ketidak-cocokan proses.

Mursyid (2015) dengan judul “Perancangan Kruk *Axilla* Beroda bagi Disabilitas Satu Kaki”. Penelitian ini berfokuskan pada penambahan roda guna memudahkan penyandang disabilitas satu kaki dalam bermanufer. Pada penelitian ini hasil inovasi desain yang akan ditinjau lebih lanjut.

Tom Ritchy (2013) memberikan gambaran bagaimana analisis morfologi yang dikembangkan oleh Fritz Zwicky. Analisis morfologi merupakan metode untuk menghasilkan ide-ide secara analitis dan sistematis. Metode inilah yang nantinya digunakan untuk memperbaiki desain sebelumnya.



Gambar 2.1. Penelitian Terdahulu

2. 2. Landasan Teori

2.2.1. Disabilitas

Menurut Konvensi tentang Hak-Hak Penyandang Disabilitas, disabilitas merupakan suatu konsep yang terus berkembang, dimana penyandang disabilitas mencakup mereka yang memiliki keterbatasan fisik, mental, intelektual, atau sensorik dalam jangka waktu lama dan ketika berhadapan dengan berbagai hambatan, hal ini dapat menghalangi kompenisipasi penuh dan efektivitas mereka dalam masyarakat berdasarkan kesetaraan dengan yang lainnya. (Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI, 2014)

Timbulnya disabilitas dapat dilatarbelakangi masalah kesehatan yang timbul sejak lahir, penyakit kronis maupun akut dan cedera yang dapat diakibatkan oleh kecelakaan, perang, kerusuhan, bencana, dan sebagainya. Seiring meningkatnya populasi lanjut usia, ditengarai akan meningkatkan jumlah penyandang disabilitas akibat meningkatnya gangguan kesehatan karena penyakit kronis degeneratif.

Disabilitas erat kaitannya dengan kesehatan baik fisik maupun mental. Sektor kesehatan berperan dalam upaya pencegahan hingga rehabilitas. Dalam upaya pelayanan kesehatan, penyandang disabilitas juga perlu mendapatkan pelayanan khusus dan terjangkau sesuai dengan kebutuhan khusus dari disabilitas yang dimilikinya.

Tabel 2.1. Klasifikasi Disabilitas

Tipe	Nama	Jenis Disabilitas	Pengertian
A	Tunanetra	Disabilitas fisik	Tidak dapat melihat; <u>buta</u>
B	Tunarungu	Disabilitas fisik	Tidak dapat mendengar; <u>tuli</u>
C	Tunawicara	Disabilitas fisik	Tidak dapat berbicara; <u>bisu</u>
D	Tunadaksa	Disabilitas fisik	Cacat tubuh
E1	Tunalaras	Disabilitas fisik	Cacat suara dan nada
E2	Tunalaras	Disabilitas mental	Sukar mengendalikan emosi dan sosial
F	Tunagrahita	Disabilitas mental	Cacat pikiran; lemah daya tangkap; <u>idiot</u>
G	Tunaganda	Disabilitas ganda	Cacat lebih dari satu kecacatan (cacat fisik dan mental)

Sumber: <http://id.wikipedia.org/wiki/Disabilitas/>

2.2.2. Kruk

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

1. Kruk *Axilla*

Kruk *Axilla* adalah jenis kruk yang menopang berat badan dari ketiak sampai lantai. Kruk *Axilla* dapat mentransfer hingga 80% berat badan. Namun akan terdapat tekanan yang besar pada bagian ketiak meskipun pengendaliannya tetap menggunakan tangan, karena berat badan yang bertumpu pada ketiak tadi.



Gambar 2.2. Kruk *Axilla*

Sumber: <http://www.clearwellmobility.co.uk/aluminium-axilla-crutches.html>

2. Kruk *Non Axilla*

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



Gambar 2.3. Kruk *Non Axilla*

Sumber: <http://www.independentliving.ca/crutches.php>

Berdasarkan informasi yang diperoleh, diketahui bahwa ternyata penggunaan kruk tidaklah mudah bagi orang yang baru pertama kali menggunakannya (*first user*). Penggunaan kruk yang tidak benar dapat memberikan rasa sakit/cidera pada beberapa titik di tubuh pengguna atau bahkan menimbulkan kecelakaan karena hilangnya kontrol dari pengguna. Oleh karena itu dalam penggunaannya harus secara hati-hati.

Ada beberapa point mendasar dalam penggunaan kruk yang perlu diperhatikan agar terhindar dari resiko buruk yang mungkin bisa dialami pengguna kruk khususnya pengguna kruk jenis *axilla*.

1. *Popper Position*

Bagian atas kruk harus mencapai antara 1 dan 1,5 cm dibawah ketiak pada saat berdiri tegak, *grip* atau genggamannya pada kruk yang berada pada bagian atas garis pinggul, siku harus menekuk sedikit ketika sedang menggenggam. Lalu posisikan bagian atas kruk menempel ke sisi badan, dan gunakan tangan untuk menahan berat. Hal terakhir yang perlu diperhatikan yaitu jangan biarkan bagian atas kruk menekan ketiak.

2. *Walking*

Dimulai dengan sedikit membungkuk lalu posisikan kruk sekitar satu langkah didepan tubuh, mulai dengan seolah-olah akan menggunakan kaki yang cidera sambil membebankan berat badan pada kruk yang menopang bagian kaki yang tidak cidera, setelah itu tubuh akan terayun kedepan diantara kedua kruk. Perlu diingat untuk tetap fokus pada jalan, bukan hanya fokus pada kaki

3. *Sitting*

Dimulai dengan membalikkan badan untuk membelakangi kursi lalu menggunakan satu tangan untuk meraba kursi dan tangan lain menahan kedua kruk. Lalu secara perlahan menurunkan badan untuk duduk. Selanjutnya untuk berdiri gunakan cara sebaliknya dengan menjadikan kruk sebagai penopang untuk berdiri.

4. *Stairs*

Untuk melalui tangga dibutuhkan tenaga yang kuat serta fleksibilitas kaki dan badan. Gunakan kaki yang tidak cidera pada saat akan melangkah, setelah itu gerakkan kruk mengikuti posisi kaki pada anak tangga secara perlahan.

Tahapan diatas menjadi dasar yang penting bagi pengguna kruk dalam menjaga *safety* ketika menggunakan kruk pada beberapa aktifitas. Pada dasarnya diperlukan kekuatan ekstra bagi pengguna serta grip yang baik dalam menggunakan kruk.

2.2.3. Evaluasi Keamanan Produk

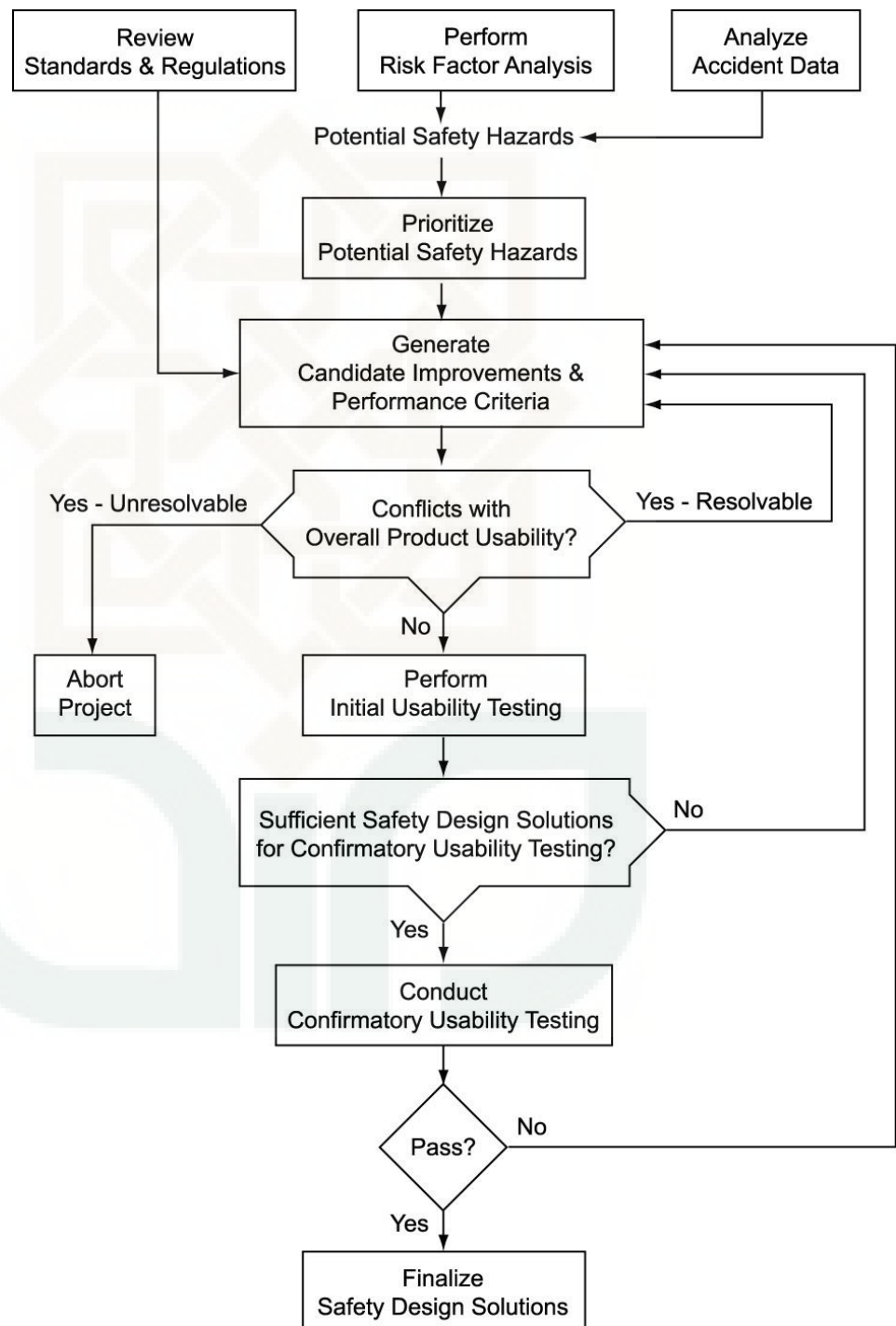
Proses desain sering berkaitan dengan efektifitas, efisiensi, dan kepuasan konsumen sebagai tujuannya. Namun keamanan merupakan komponen penting dari desain yang baik. Setiap tahun banyak terjadi cidera akibat penggunaan produk terkait penggunaannya, bukan kesalahan akibat system mekanisnya. Produsen dapat mengatasi masalah keamanan dengan penyediaan petunjuk dan informasi penggunaan yang tepat, serta dari desain itu sendiri.

Berikut ini merupakan panduan umum untuk mengevaluasi suatu produk berdasarkan keamanannya. Namun beberapa tindakan mungkin tidak perlu dilakukan.

1. Peninjauan Standar dan Peraturan

Standar dan peraturan terkait produk termasuk mengenai undang-undang yang berlaku dikumpulkan dan dikaji. Walaupun tidak ada

standar keamanan produk yang dapat menjamin pencegahan kecelakaan. Peraturan tertentu seperti usia pengguna, bahan yang akan digunakan dan sebagainya harus tersedia.



Gambar 2.4 Skema evaluasi menurut Li, dkk.

2. Analisis Resiko

Pengguna dan peneliti harus melakukan evaluasi terkait faktor yang memungkinkan terjadinya kecelakaan. Hal ini dapat dilakukan dengan pendekatan, mulai dari pengusulan skenario kecelakaan untuk meninjau literature tentang karakteristik bahaya atau dengan menggunakan produk yang sejenis.

3. Analisis Data Kecelakaan

Data kecelakaan atau kesalahan penggunaan merupakan panduan terbaik dalam melakukan perbaikan. Dalam kasus produk baru, penggunaan data kecelakaan produk yang sejenis dapat digunakan.

4. Prioritas Potensi Bahaya

Penerapan masing-masing perubahan untuk setiap potensi bahaya yang timbul dianggap tidak praktis. Data potensi bahaya harus diprioritaskan sehingga bahaya yang paling penting dapat tertangani.

Kriteria perbaikan yang paling penting merupakan yang paling memungkinkan terjadinya cedera. Tujuannya adalah untuk memberikan perbaikan kecil yang berdampak besar dan memiliki peran yang dominan.

5. Menghasilkan Perbaikan

Konsep desain dapat dikembangkan melalui beberapa cara, seperti *focus group discussion*, analisis teknik, serta *brainstorming*. Setelah

solusi perbaikan dipilih, maka kriteria kinerja dapat ditentukan sehingga dapat diukur efektivitasnya.

6. Pertimbangan Konflik Kegunaan

Sebuah solusi perbaikan desain yang baik harus mampu meningkatkan keamanan tanpa merusak fungsi system secara substansial. Perbaikan desain dimaksudkan untuk mengurangi resiko yang perlu dipertimbangkan dalam keseimbangan penggunaan produk. Misalnya kebutuhan untuk memperbesar ukuran suatu produk namun mempengaruhi desain ergonomisnya.

7. Pengujian Kegunaan

Tujuan dari pengujian kegunaan adalah untuk meninjau sejauh mana usulan perubahan desain telah meningkatkan keamanan produk yang tidak merusak aspek-aspek lain dari fungsi produk.

Data yang dibutuhkan biasanya bisa didapatkan dari penggunanya.

Pengujian kegunaan merupakan proses berulang yang dapat disempurnakan secara bertahap.

8. Konfirmasi Hasil Pengujian

Pengujian kegunaan harus mengarah pada suatu solusi desain yang lebih aman, tetapi tidak memenuhi kriteria kerja yang telah ditentukan. Untuk tujuan ini, perlu pengujian terhadap kelompok yang lebih besar yang mungkin hanya melihat satu solusi desain. Para responden yang sesuai dengan karakter demografi merupakan hal yang penting dalam pengujian kegunaan.

9. Desain Akhir

Jika tujuan dari solusi desain lolos uji kegunaan, maka pengujian dapat diselesaikan dan satu rangkaian usulan dapat dilakukan proses produksi. Namun jika tidak, solusi perbaikan dapat dimodifikasi atau pengusulan solusi baru serta pengulangan siklus pengujian kegunaan.

2.2.4. Simple Additive Weight

Metode ini merupakan metode yang paling dikenal dan paling banyak digunakan orang dalam menghadapi situasi MCDM (*Multiple Criteria Decision Making*). Metode ini mengharuskan pembuat keputusan menentukan bobot bagi setiap atribut.

Skor total untuk sebuah alternatif diperoleh dengan menjumlahkan seluruh hasil perkalian antara rating (yang dapat dibandingkan lintas atribut) dan bobot tiap atribut. Rating tiap atribut haruslah bebas dimensi yang artinya telah melewati proses normalisasi sebelumnya.

Langkah langkah penyelesaian menggunakan metode SAW adalah sebagai berikut:

1. Menentukan kriteria-kriteria yang akan dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan, yaitu C_i .
2. Menentukan rating kecocokan setiap alternatif pada setiap kriteria.
3. Membuat matriks keputusan berdasarkan kriteria (C_i), kemudian melakukan normalisasi matriks berdasarkan persamaan yang

disesuaikan dengan jenis atribut (atribut keuntungan ataupun atribut biaya) sehingga diperoleh matriks ternormalisasi R.

4. Hasil akhir diperoleh dari proses perankingan yaitu penjumlahan dari perkalian matriks ternormalisasi R dengan vektor bobot sehingga diperoleh nilai terbesar yang dipilih sebagai alternatif terbaik (A_i) sebagai solusi. (Kusumadewi, 2006)

Formula untuk melakukan normalisasi tersebut adalah sebagai berikut:

$$r = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\text{Max } x_{ij}} & \text{Jika } j \text{ adalah atribut keuntungan} \\ \frac{\text{Min } x_{ij}}{x_{ij}} & \text{Jika } j \text{ adalah atribut biaya (cost)} \end{cases}$$

r = dengan r_{ij} adalah rating kinerja ternormalisasi dari alternatif A_i pada atribut C_j ; $i=1,2,\dots,m$ dan $j=1,2,\dots,n$.

Nilai preferensi untuk setiap alternatif (V_i) diberikan sebagai berikut:

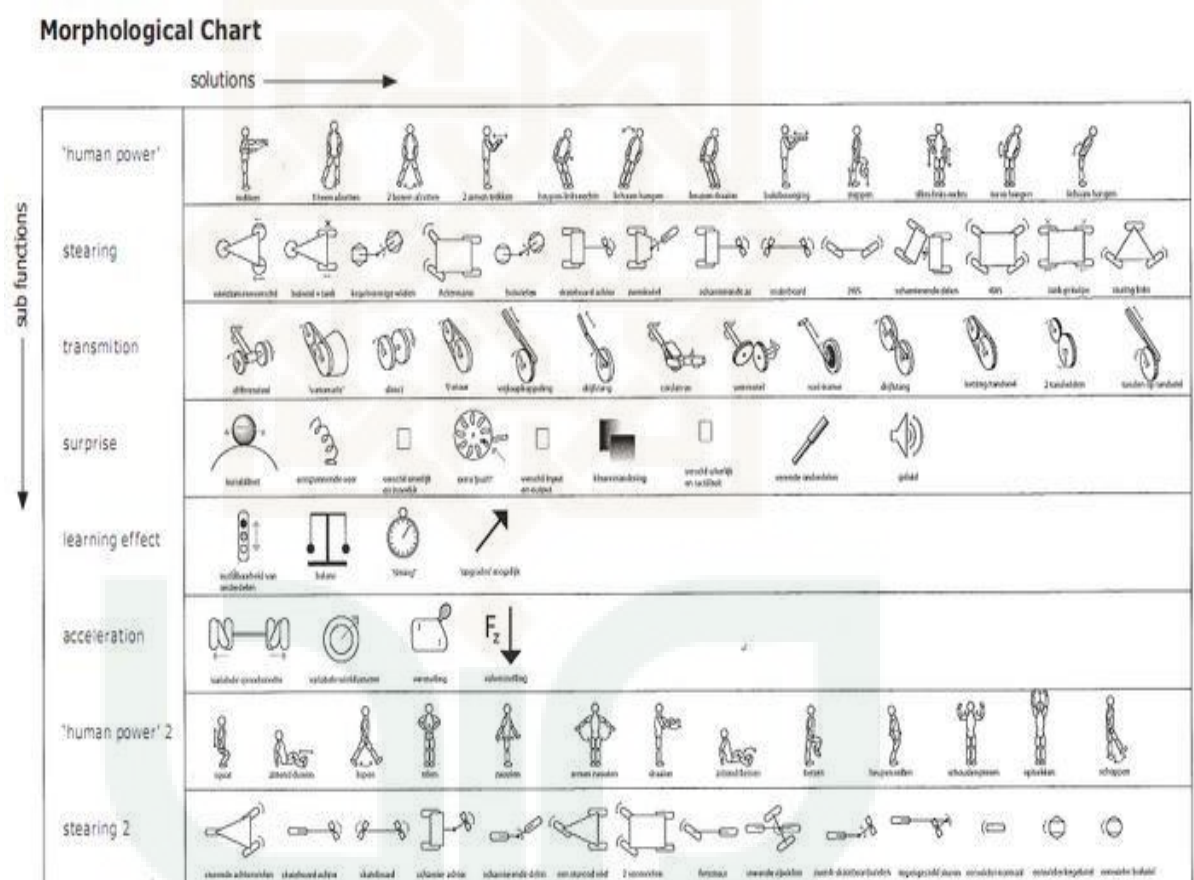
$$V_i = \sum_{j=1}^n W_j r_{ij}$$

Nilai V_i yang lebih besar mengindikasikan bahwa alternatif A_i lebih terpilih.

2.2.5. Morphological Analysis

Morphological analysis pertama kali ditemukan oleh Zwicky (1948). *Morphological analysis* adalah metode untuk menghasilkan ide-ide secara analitis dan sistematis. *Morphological chart* atau *design matrix* (tabel) hanya mendukung dalam tahap penyajian dan mengevaluasi ide-ide alternatif.

Tabel morfologi terdiri dari kolom sebelah kiri yang mencantumkan parameter penting dari produk, yaitu tentang apa yang harus didesain atau yang harus dimiliki. Sebelah kanan dari kolom parameter adalah baris yang berisi element atau cara yang memungkinkan dalam menyusun parameter produk.



Gambar 2.5. Sebuah grafik morphological subsistem dari sebuah kendaraan bertenaga manusia.

Sumber : http://www.wikid.eu/index.php/Morphological_chart

Komponen yang memiliki kemungkinan dicantumkan berdasarkan fungsinya masing-masing. Komponen-komponen harus konkrit dan spesifik, kemudian memperinci unsur-unsur yang masuk dalam kategori (yaitu parameter). Parameter diidentifikasi dengan

memfokuskan pada kemiripan komponen dan mendeskripsikan parameter tersebut sebagai karakteristik produk yang harus dimiliki. Parameter harus independen, abstrak, dan menunjukkan kategori tanpa mengacu pada fitur material.

Dengan menggunakan grafik *morphological*, tujuan produk dibagi menjadi satu set sub fungsi. Untuk setiap sub fungsi yang dihasilkan kemudian digabungkan menjadi sebuah solusi secara keseluruhan. Pada akhirnya, prinsip solusi ditemukan dengan memilih salah satu komponen dari masing-masing parameter. Dengan kata lain, setiap kombinasi komponen (satu komponen yang dipilih dari masing-masing parameter) merupakan solusi untuk produk yang akan dirancang. Namun, semakin besar matriks *morphological*, semakin besar jumlah solusi yang mungkin bisa didapat (secara teoritis, 10 x 10 matrix menghasilkan 10.000.000.000 solusi) dan membutuhkan banyak waktu untuk mengevaluasi dan memilih solusi tersebut. Untuk membatasi jumlah pilihan terdapat strategi yang dapat dilakukan yaitu:

- a. Masalah yang akan dipecahkan harus dirumuskan sedetail mungkin.
- b. Identifikasi semua parameter yang mungkin terjadi dalam pencarian solusi (fungsi dan subfungsi).
- c. Membuat grafik *morphological* (matriks), dengan parameter ditempatkan sebagai kolom.

- d. Mengisi baris matriks dengan komponen yang masuk kedalam parameter yang telah ditentukan. Komponen dapat dipilih dengan cara menganalisis produk sejenis atau memikirkan prinsip-prinsip baru untuk parameter (fungsi).
- e. Menggunakan strategi evaluasi (analisis baris dan pengelompokan parameter) untuk membatasi jumlah solusi utama.
- f. Membuat solusi utama dengan menggabungkan setidaknya satu komponen dari masing-masing parameter.
- g. Menganalisa secara hati-hati dan mengevaluasi semua solusi yang berkaitan dengan kriteria (persyaratan desain), dan memilih sejumlah solusi utama.
- h. Solusi utama yang dipilih dapat dikembangkan secara rinci dalam proses desain.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan grafik *morphological* yaitu :

- a. Ketika kombinasi komponen telah menghasilkan solusi utama, pastikan untuk menarik semua komponen dalam sketsa ketika mengembangkan prinsip solusi.
- b. Menghindari penggambaran komponen dalam kata-kata, tetapi menggunakan Piktogram atau simbol untuk menunjukkan mereka.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Objek Penelitian

Obyek penelitian pada penelitian ini adalah kruk (crutch) *axilla* beroda (Aji dan Mursyid 2015).

3.2. Jenis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan sekunder, antara lain:

3.2.1. Data Primer

Data primer diperoleh dengan cara mengamati secara langsung obyek yang diteliti. Selain itu data primer dapat diperoleh dari hasil observasi dan wawancara sehingga didapat informasi sesuai dengan kondisi fakta yang ada. Data primer yang dibutuhkan untuk penelitian ini adalah data mengenai kesalahan dalam pengguna Kruk (*Crutch*) *axilla* beroda. Namun pada kruk *Axilla* beroda belum terjadi kecelakaan pada penggunaannya sehingga perlu pendekatan dengan kuesioner mengenai resiko bahaya yang ada pada kruk *axilla* beroda.

3.2.2. Data Sekunder

Data sekunder yang dibutuhkan yaitu data mengenai teori-teori atau metode-metode yang digunakan didalam penelitian ini. Data sekunder dapat diperoleh dari referensi yang berasal dari berbagai macam sumber. Sumber data seperti perpustakaan, jurnal, internet,

literatur-literatur, atau sumber-sumber lain yang berkaitan dengan penelitian.

3.3. Metode Pengumpulan Data

3.3.1. Observasi

Observasi adalah metode pengumpulan data melalui pengamatan langsung di lapangan atau lokasi penelitian. Tujuannya adalah untuk memperoleh data - data konkret secara langsung dan untuk mengetahui permasalahan di lapangan atau objek penelitian (Kuswanto, 2011).

Dalam melaksanakan penelitian ini pengamatan langsung pada tempat penelitian yaitu pada pengguna kruk serta melakukan pengambilan data yang dibutuhkan. Data yang diambil secara langsung yaitu: jenis dan jumlah kesalahan (*Error*).

3.3.2. Studi Literatur

Studi pustaka memuat pembahasan-pembahasan penelitian terdahulu dan referensi ilmiah yang terkait dengan penelitian ini. Studi pustaka dapat memberikan gambaran awal yang kuat, yaitu sebuah alasan tentang sebuah penelitian yang sudah dilakukan (Wibirama, 2013).

Studi literatur adalah kegiatan mencari referensi teori yang relevan dengan kasus atau permasalahan yang ditemukan, guna mendapatkan gambaran yang menyeluruh tentang apa yang sudah dikerjakan orang lain dan bagaimana orang mengerjakannya, kemudian seberapa berbeda penelitian yang akan kita lakukan.

3.4. Metode Pengolahan Data

Dalam melakukan pengolahan data yang telah diperoleh saat observasi dilapangan, maka pengolahan dapat dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif dengan cara menganalisis penggunaan Kruk (*Crutch*) *axilla* beroda pada penyandang cacat. Analisis data yang digunakan pada penelian ini antara lain:

3.4.1. Tinjauan Standar dan Aturan

Mengetahui standar dan aturan baku dari suatu produk sangatlah penting dalam merancang sebuah desain baru. Hal tersebut dapat memudahkan dalam proses pembuatan desain seperti penentuan ukuran, material penyusun, serta cara kerja produk itu sendiri. Dengan begitu kebutuhan rancangan dapat disesuaikan dengan standar dan aturan yang ada sehingga dapat mengurangi resiko kecelakaan.

3.4.2. Faktor Resiko

Menganalisis fungsi dan tugas dilakukan untuk mengevaluasi faktor risiko kecelakaan. Dalam hal ini kecelakaan pada kruk *axilla* beroda belum pernah terjadi, sehingga evaluasi dapat dilakukan dengan pendekatan seperti mengusulkan scenario kecelakaan (*hipotetical accident*) untuk meninjau bahaya terkait produk.

3.4.3. Pembobotan *Simple Additive Weighting*

Pembobotan ini bertujuan untuk mengetahui elemen rancangan yang memiliki tingkat risiko paling tinggi dan memerlukan perbaikan.

3.4.4. Morphological Analysis

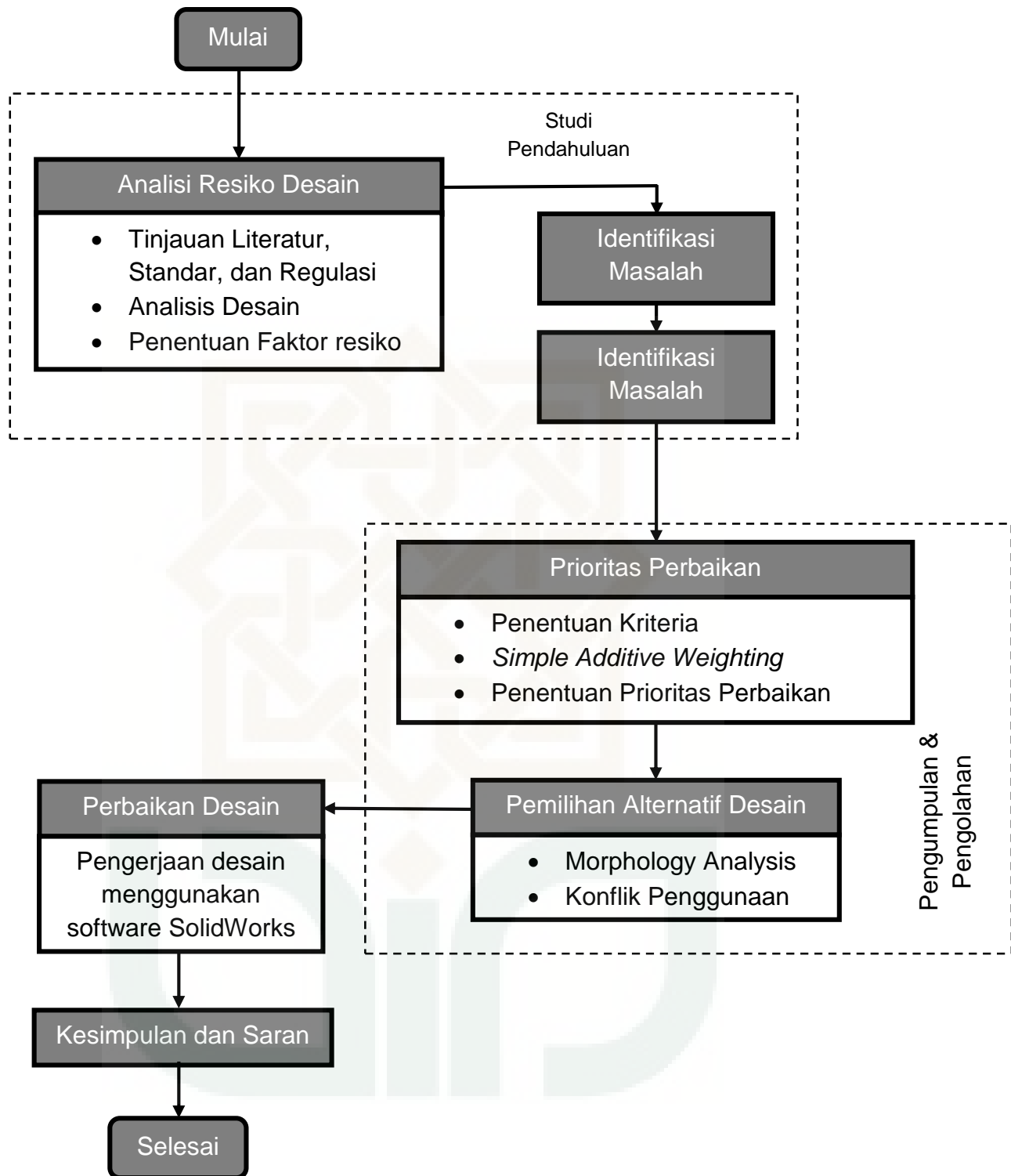
Morphological analysis berfungsi untuk mengumpulkan ide (kemungkinan solusi) yang telah didapatkan berdasarkan elemen rancangan yang perlu dilakukan perbaikan. Penggunaan morphological analysis ini guna merapikan solusi agar terstruktur dan meminimalisir kemungkinan hilangnya ide yang telah didapatkan.

3.4.5. Perbaikan Desain

Setelah pemilihan konsep rancangan dari banyaknya ide-ide yang telah didapatkan, desain tersebut diimplementasikan pada gambar 3D (tiga dimensi) untuk memperjelas desain yang sudah didapatkan.

3.5. Diagram Alir Penelitian

Pada diagram alir ini merupakan paparan langkah penelitian, kajian induktif dan deduktif untuk membuktikan bahwa penelitian yang dilakukan jelas sumbernya, model yang digunakan analisa hasil dan kesimpulan yang diambil.



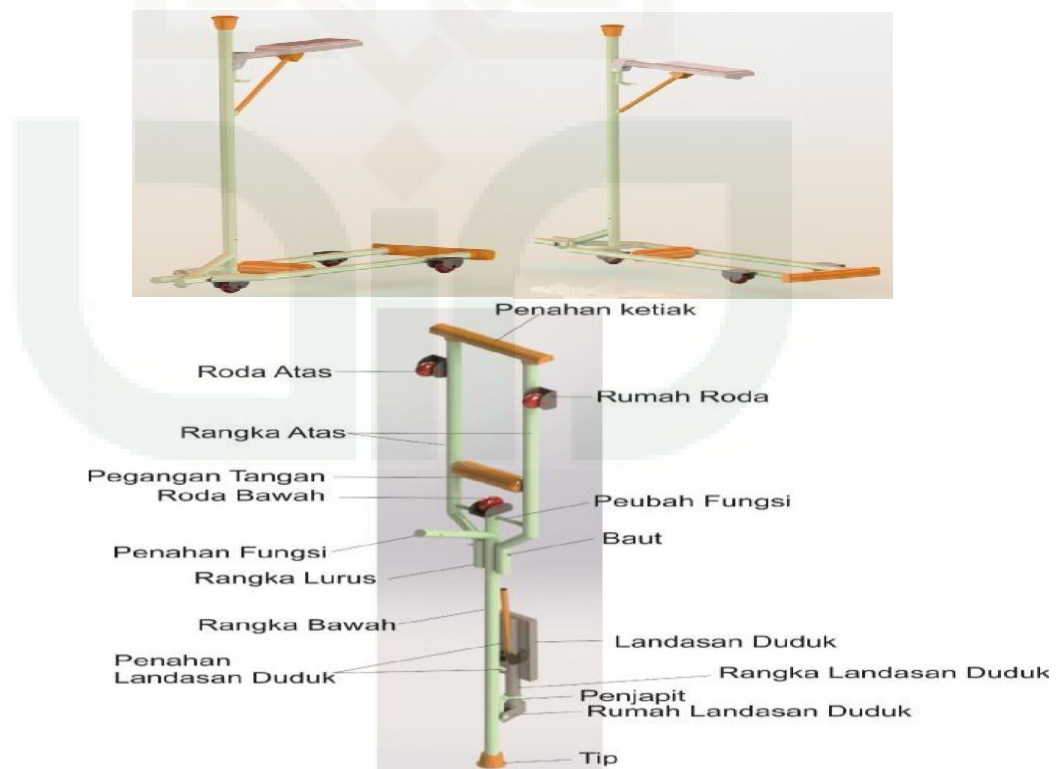
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Kruk *Axilla* Beroda

Kruk *axilla* beroda merupakan hasil modifikasi dari kruk *axilla* standar yang memiliki fungsi lebih, yakni dengan menambahkan roda dan terdapat landasan duduk pada kruk tersebut. Penambahan roda pada kruk dimaksudkan dapat memudahkan penggunanya dalam bermanufer. Produk ini memiliki 3 buah roda, yaitu 2 buah roda yang disebut roda atas (belakang), dan 1 buah roda yang disebut roda bawah (depan). Ketika berfungsi menjadi kruk *axilla* beroda, roda atas berada di bagian belakang dan roda atas berada pada bagian depan. Terdapat juga landasan duduk yang dapat digunakan pada saat dijadikan kruk *axilla* beroda.



Gambar 4.1. Kruk *Axilla* Beroda (Aji-Lukman)

Kruk *axilla* beroda memiliki beberapa elemen-elemen rancangan seperti

1. Penahan Ketiak

Penahan ketiak sepanjang 20cm ini berfungsi untuk tumpuan ketiak dan menyalurkan berat tubuh pengguna kruk. Selain itu penahan ketiak berfungsi untuk mengendalikan rangka ketika kruk berayun maupun berhenti.

2. Roda

Roda memiliki berdiameter 5 cm dan mempunyai as roda sepanjang 6 cm. Dimana as roda sebagai penghubung antara roda dan rumah roda sehingga menjaga roda agar tidak terlepas dari rumah roda.

Sementara dalam fungsinya, roda ini hanya berfungsi ketika kruk berfungsi sebagai kruk *axilla* beroda dan tidak berfungsi ketika kruk berfungsi sebagai kruk *axilla*. Roda atas berfungsi sebagai penyeimbang dan hanya dapat bergerak maju dan mundur. Sementara satu roda bawah merupakan roda yang dapat bergerak ke segala arah sesuai tekanan yang diberikan.

3. Rumah Roda

Rumah roda merupakan penghubung antara roda dengan rangka. Rumah roda ini memiliki panjang 4 cm dan lebar 3 cm. Pada bagian tengah rumah roda memiliki lobang 0.5 cm yang berfungsi sebagai tempat as roda.

4. Rangka

Rangka memiliki fungsi sebagai penopang berat tubuh penggunanya. Pada rancangan ini rangka dibagi menjadi rangka atas dan rangka bawah. Rangka atas terdiri dari dua bagian yang sama, yang digunakan sebagai landasan saat dijadikan kruk *axilla* beroda. Sedangkan rangka bawah adalah bagian yang digunakan sebagai tumpuan saat menjadi kruk *axilla* dan dapat dijadikan pegangan saat menjadi kruk *axilla* beroda.

5. Pegangan Tangan

Pegangan tangan ini berguna untuk memudahkan pengguna dalam mengontrol saat bermanufer pada kruk *axilla*. Pegangan tangan sepanjang 10 cm dan selebar 3 cm digunakan ketika pengguna menggenggam pegangan tangan pengguna merasa nyaman karena ukuran yang tidak terlalu besar dan tidak terlalu kecil. Pegangan tangan ini tidak memiliki fungsi yang signifikan pada saat menjadi kruk *axilla* beroda.

6. Peubah Fungsi

Peubah fungsi berguna untuk menahan rangka bawah agar rangka tidak bergoyang atau bergerak. Bagian inilah yang berperan dalam perubahan fungsi kruk *axilla* menjadi kruk *axilla* beroda. Pada saat menjadi kruk *axilla* bagian ini menjorok keluar dan dapat mengganggu penggunanya.

7. Baut

Baut digunakan untuk menahan fungsi dengan rangka lurus ketika menjadi kruk *axilla* beroda dan berfungsi sebagai penahan rangka lurus dengan rangka bawah ketika menjadi kruk *axilla*.

8. Penahan Duduk

Bagian ini berfungsi sebagai tempat duduk dan penopang tubuh pengguna pada saat menjadi kruk *axilla* beroda. Pada saat menjadi kruk *axilla* bagian ini menjorok keluar sehingga dapat mengganggu penggunaannya dan cenderung tidak memiliki fungsi.

9. Tip

Tip berfungsi sebagai ujung tumpuan kruk yang memudahkan kruk dalam menjejakkan pada medan yang dilampauinya. Tip haruslah kuat dan anti slip sehingga penggunaannya tidak terpeleset.

4.2. Pengumpulan Data Kebutuhan Rancangan

Menurut Li (2001) tahap pertama dari evaluasi penggunaan produk yang berkaitan dengan keamanan diawali dengan meninjau standar dan regulasi. Standard dimaksud adalah standard yang berkaitan dengan produk kruk meliputi standar bentuk, standar keamanan, maupun standar penggunaan. Sedangkan regulasi dimaksud berkaitan dengan peraturan-peraturan yang ditetapkan baik oleh pemerintah maupun aturan-aturan medis yang berhubungan dengan penggunaan produk. Pengguna kruk biasanya merupakan penyandang disabilitas sebagai pasien dalam pengawasan medis oleh dokter maupun terapis.

Lembaga ISO telah mengeluarkan standar yang berkaitan dengan *assisstive product for walking manipulated by one arm*, ISO 11334 – 1.2 2007 berkaitan dengan kebutuhan produk dan metode tes produk. Standar ini merupakan standar yang terdekat dengan *axillary crutches*, lembaga tersebut belum mengeluarkan standar yang berkaitan dengan *axillary crutches*. Namun demikian berdasarkan informasi dari ISO dapat dipahami bahwa, secara umum produk harus memenuhi kebutuhan keamanan (*safety*), ergonomik, kinerja, dan informasi produsen. Berdasarkan ISO 11334 – 1.2 2007 secara umum produk kruk harus memenuhi dimensi-dimensi tertentu yang berkaitan dengan panjang, sudut, dan posisi.

Oleh karena terbatasnya informasi dari standar dan regulasi, maka tinjauan produk *axilla crutch* untuk kepentingan penelitian ini juga mengacu pada literatur terkait desain *axillary crutch*, evaluasi, dan mengacu pada kebutuhan produk berdasarkan wawancara.

4.2.1. Literatur desain *axillary crutch*

Axillary crutch harus memenuhi syarat keamanan bagi pengguna maupun lingkungan sekitar. Yang dimaksud dengan aman bagi pengguna atau lingkungan sekitar ialah kruk tidak menyebabkan pengguna mengalami cedera tambahan maupun kecelakaan yang akan berdampak juga bagi lingkungan sekitar. Hal yang dapat mengancam keamanan pengguna dan lingkungan sekitar kruk seperti halnya:

a. Terjatuh

Terjatuhnya pengguna *axillary crutch* dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti:

- Tip yang tidak sesuai ataupun telah rusak sehingga mengakibatkan selip saat digunakan.
- Rangka atau komponen yang rusak atau patah karena penggunaan ataupun bahan yang tidak mampu menahan beban yang berlebih.
- Kruk yang susah dikendalikan, hal ini biasa terjadi pada pengguna yang baru menggunakan *axillary crutch*.

b. Terjepit

Terjepitnya bagian tubuh oleh *axillary crutch* dapat terjadi karena:

- Komponen-komponen penyusun yang tidak kompak, biasanya terjadi karena baut pengencang tidak bekerja secara maksimal.
- Kruk terjatuh sehingga menimpa bagian tubuh pengguna.

c. Tergores

Pengguna *axillary crutch* dapat tergores karena pemilihan komponen yang terlalu kasar dan kurang halus atau terdapat bagian yang tajam.

4.2.2. Wawancara kebutuhan produk

Berdasarkan hasil wawancara dan diskusi formulasi produk yang telah dilakukan pada penelitian sebelumnya oleh Aji dan Lukman kepada

pengguna kruk, dokter, fisioterapis, dan dosen ahli dari UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, memperoleh hasil kebutuhan rancangan kruk *axilla* beroda, yaitu:

a. Berfungsi menjadi *axilla* konvensional maupun *axilla* beroda

Kruk *axilla* beroda dapat berfungsi menjadi kruk *axial* konvensional ketika menemui medan yang tidak mungkin untuk dilalui roda contoh: tangga, medan berbatu. Dan dapat berfungsi menjadi kruk *axilla* beroda ketika menemui medan yang mungkin untuk dilalui roda contoh: lantai, jalan berpaving ataupun beraspal.

b. Mempermudah berpindah tempat (bermanufer)

Kruk *axilla* maupun kruk *axilla* beroda dapat berpindah dari satu titik ke titik yang lain dengan aman dan nyaman, dan dengan perpindahan tersebut tidak berdampak negatif bagi pengguna seperti: menambah cedera, membuat cepat lelah.

c. Kemudahan Instalasi

Ketika kruk *axilla* beroda akan difungsikan menjadi kruk *axilla* ataupun kruk *axilla* beroda maka diperlukan instalasi yang mudah ataupun cepat sehingga tidak menyulitkan pengguna dalam melakukan instalasi.

d. Disabilitas Satu Kaki

Pengguna kruk *axilla* beroda haruslah penyandang disabilitas satu kaki. Yang dimaksud penyandang disabilitas satu kaki ialah pengguna yang masih memiliki 1 buah kaki sehat (normal), dan

satu kaki lainnya cedera. Rancangan kruk ini tidak berlaku jika kedua kaki pengguna cedera.

4.3. Faktor Resiko

Analisis fungsi harus dilakukan untuk mengevaluasi berbagai faktor potensi risiko yang dapat dilakukan dengan pendekatan, seperti mengusulkan skenario kecelakaan yang bersifat hipotetis untuk meninjau literatur tentang karakteristik dan bahaya yang terkait dengan produk.

Untuk membuat scenario kecelakaan, perlu meninjau mengenai kecelakaan yang telah terjadi sebelumnya. Karena pada kruk *axilla* beroda belum terjadi kecelakaan, maka tinjauan terkait data kecelakaan menggunakan produk yang sejenis. Berikut ini merupakan kecelakaan yang terjadi akibat penggunaan kruk *axilla* standar.

Tabel 4.1. Data Kecelakaan Penggunaan Kruk *Axilla* Standar

Kecelakaan	Keterangan
Sakit dan memar	Penggunaan terlalu lama
<i>Crutch palsy</i>	Kompresi kronik <i>axilla</i> akibat penggunaan kruk terlalu lama
<i>Acne mechanica</i>	trauma fisik pada kulit seperti menggosok
<i>Suprascapular neurophaty</i>	nyeri bahu akibat kegiatan overhead
Degenerasi sendi bahu	
<i>Carpal tunel syndrome</i>	Mati rasa, geli, kelemahan dan nyeri yang disebabkan oleh tekanan pada syaraf median
Kelelahan dan Kesulitan	Pada pengguna pemula
<i>Ulnar Neurophaty</i>	kerusakan syaraf ulnaris karena terlalu banyak tekanan pada syaraf ulnaris
<i>Kifosis</i>	gangguan tulang punggung melengkung kedepan akibat kruk yang pendek

Dari tinjauan mengenai kecelakaan penggunaan pada produk yang sejenis yaitu kruk *axilla* standar, maka dapat dibuat pendekatan melalui skenario kecelakaan berdasarkan data kecelakaan tersebut. Sehingga dapat dihasilkan skenario kecelakaan seperti dibawah ini:

Tabel 4.2. Tabel Skenario Kecelakaan

No.	Resiko	Penyebab										Penggunaan	Medan
		Elemen Rancangan									9) Tip		
		1) Penahan Ketiak	2) Roda Depan	3) Roda Belakang	4) Rangka Atas	5) Rangka Bawah	6) Pegangan Tangan	7) Pengubah Fungsi	8) Penahan Duduk				
1	Jatuh kedepan		√							√		Energi dorong terlalu besar	Turunan, bergelombang, berpenghalang
2	Jatuh kebelakang			√						√		Kurang konsentrasi	Licin, tanjakan
3	Jatuh kekanan		√							√		Mengalami cedera pada kaki bagian kanan sehingga kurang mampu mengendalikan bagian kanan	Pada saat manufer berbelok
4	Jatuh kekiri		√							√		Mengalami cedera pada kaki bagian kiri sehingga kurang mampu mengendalikan bagian kiri	Pada saat manufer berbelok
5	Jatuh karena posisi duduk									√		Kurang konsentrasi, posisi duduk salah	Miring
6	Tergores Roda			√								Pengunaan terlalu dekat dengan lengan	

7	Tergores Landasan Duduk								√	Penggunaan terlalu dekat dengan kaki		
8	Tergores Pengubah Fungsi							√		Penggunaan terlalu dekat dengan paha		
9	Terjepit Roda		√	√						Penggunaan terlalu dekat dengan lengan		
10	Terjepit Landasan Duduk							√		Penggunaan terlalu dekat dengan kaki		
11	Terjepit Pengubah Fungsi							√		Penggunaan terlalu dekat dengan paha		
12	Memar pada Ketiak	√								Terlalu bertumpu pada ketiak		
13	Kulit memerah / iritasi pada bagian yang bersinggungan dengan kruk	√								Penggunaan terlalu lama		
14	Letih / Capek									Penggunaan terlalu lama		
15	Kesemutan									Penggunaan terlalu lama		
16	Nyeri pada bagian bahu									Kegiatan overhead		
17	Pegal Kaki Ayun					√						
18	Mudah Berbelok		√								Rata	
19	Roda Macet		√	√							Berpenghalang	
20	Susah Berpegangan					√						
21	Tip Pecah								√			
22	Tip Selip								√			
23	Pegangan Tangan Patah						√					
24	Pegangan Tangan Selip						√					
25	Berat											
Total		2	6	4	0	2	2	2	7	2		

Pada awalnya faktor elemen rancangan terdapat 9 (sembilan) item sesuai dengan elemen-elemen yang ada pada kruk *axilla* beroda. Namun setelah

ditinjau lebih lanjut, terdapat salah satu item tidak memiliki kaitan dengan scenario kecelakaan atau dapat dikatakan tidak memiliki potensi kecelakaan. Sehingga hanya terdapat 8 (delapan) item pada elemen rancangan yang memungkinkan untuk dilakukan perbaikan dikarenakan pada masing-masing elemen rancangan terdapat potensi kecelakaan.

4.4. Penentuan Prioritas Perbaikan

Untuk mengetahui elemen rancangan yang penting untuk diperbaiki, dapat dilakukan dengan pemberian bobot pada masing-masing komponen berdasarkan kesalahan yang terjadi pada komponen tersebut. Akan tetapi kesalahan pada komponen yang ada pada kruk *axilla* beroda belum pernah terjadi secara nyata, sehingga perlu dilakukan penilaian potensi bahaya dengan menggunakan kuesioner.

4.4.1. Penentuan Kriteria

Untuk melakukan pembobotan pada elemen rancangan diperlukan kriteria penilaian yang terkait dengan tujuannya. Untuk itu pada penelitian ini digunakan kriteria yang berkaitan dengan kegagalan elemen rancangan.

Kriteria yang digunakan adalah kriteria yang diambil melalui pendekatan metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA) yaitu Occurrence atau seberapa sering kegagalan itu terjadi, Saverity atau tingkat keparahan akibat terjadinya kegagalan, serta Detection atau seberapa mudah kegagalan tersebut dapat diketahui.

Penentuan kriteria digunakan untuk menentukan potensi bahaya pada kruk axilla beroda yang nantinya digunakan sebagai objek kuesioner serta menjadikan pertimbangan dalam perhitungan Simple Additive Weight.

4.4.2. Kuesioner

Dalam penelitian ini kuesioner yang digunakan adalah dengan memberikan desain kruk *axilla* yang kemudian responden memberikan ranking atau peringkat bahaya sesuai dengan kriteria penilaian yang telah ditentukan. Kuesioner ini tidak memberikan nilai pada elemen rancangan guna menghindari terjadinya nilai bahaya yang sama pada elemen rancangan.

Kruk *axilla* beroda memiliki dua fungsi yang berbeda, sehingga memiliki tingkat bahayanya yang berbeda pula. Untuk itu penilaian tingkat bahaya didasarkan pada masing-masing fungsi yaitu fungsi sebagai kruk *axilla* dan fungsi sebagai kruk beroda.

Untuk mengetahui jumlah sampel konsumen yang harus diambil dengan populasi tidak diketahui, maka digunakan rumus dengan pendekatan Isac Michael sebagai berikut (Siregar, 2011):

$$n = \frac{(Z_{\alpha/2})^2 p q}{e^2}$$

Keterangan :

n = besarnya sampel, banyaknya elemen sampel

p = proporsi sebenarnya dari populasi yang sebetulnya tidak diketahui, walaupun demikian secara eksperimen dapat

disimpulkan bahwa variabilitas sampling akan mencapai nilai maksimal ketika $p = 0.50$

q = proporsi kesalahan, $(1-p)$

$Z (\alpha/2)$ = faktor tingkat keyakinan dari tabel normal. Jika taraf signifikansi (α) sebesar 10%, maka tingkat kepercayaannya adalah $1 - \alpha$ yaitu 90%

E = besarnya kesalahan sampling sebagai ukuran ketelitian sampel/kesalahan maksimum yang mungkin dialami adalah sebesar 10%. Sedangkan standar rata-ratanya tidak diketahui.

Berdasarkan rumus yang telah ditentukan, sehingga hasil

perhitungan sampel pasien adalah sebagai berikut :

Tingkat kepercayaan = 90%

Derajat ketelitian = 10% = 0.1

$P = 0.50$

$n = SE = 0.10, (1 - \alpha) = 0.90$

$\alpha = 1 - 0.90 = 0.1, Z_{\alpha/2} = Z_{0.05} = 1.645$

$$n = \frac{(1.645)^2 \cdot 0,5 \cdot 0,5}{0,1^2}$$

$n = 67,6 = 68$ responden

Berdasarkan hasil perhitungan sampel di atas, maka dapat diketahui bahwa jumlah sampel yang dibutuhkan untuk konsumen dalam penelitian ini adalah sebanyak 68 responden. Namun dalam

pelaksanaan penelitian ini, kuesioner akan disebar kepada 75 responden konsumen agar data yang diperoleh lebih akurat.

4.4.3. Perhitungan *Simple Additive Weight*

Dari hasil kuesioner maka didapatkan data seperti berikut:

Tabel 4.3. Hasil Kuesioner

No.	Elemen Rancangan	Kriteria		
		<i>Occurrence (O)</i>	<i>Severity (S)</i>	<i>Detection (D)</i>
1	Penahan Ketiak	779	790	624
2	Roda Depan	422	439	785
3	Roda Belakang	728	698	689
4	Rangka Bawah	754	716	614
5	Pegangan Tangan	788	766	565
6	Pengubah Fungsi	607	642	788
7	Penahan Duduk	411	458	822
8	Tip	927	905	509

Pada masing-masing kriteria diasumsikan memiliki nilai bobot yang sama karena pada memiliki tingkat kepentingan yang sama.

Untuk perhitungan normalisasi dapat dilakukan dengan rumus:

$$r = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\text{Max } x_{ij}} & \text{Jika } j \text{ adalah atribut keuntungan} \\ \frac{\text{Min } x_{ij}}{x_{ij}} & \text{Jika } j \text{ adalah atribut biaya (cost)} \end{cases}$$

$$r_{11} = \frac{\min(779; 422; 728; 758; 788; 607; 411; 927)}{779} = 0.53$$

$$r_{12} = \frac{\min(779; 422; 728; 758; 788; 607; 411; 927)}{442} = 0.97$$

$$r_{21} = \frac{\min(790; 439; 698; 716; 766; 642; 458; 905)}{790} = 0.56$$

Yang kemudian perhitungan selanjutnya disesuaikan dengan rumus. Sehingga dihasilkan nilai normalisasi sebagai berikut:

$$R = \begin{bmatrix} 0.53 & 0.56 & 0.76 \\ 0.97 & 1.00 & 0.95 \\ 0.56 & 0.63 & 0.84 \\ 0.55 & 0.61 & 0.75 \\ 0.52 & 0.57 & 0.69 \\ 0.68 & 0.68 & 0.96 \\ 1.00 & 0.96 & 1.00 \\ 0.44 & 0.49 & 0.62 \end{bmatrix}$$

Kemudian melakukan perankingan menggunakan bobot yang telah ditentukan. Sehingga hasil yang diperoleh adalah:

$$P_1 = (0.53 \cdot 0.35) + (0.56 \cdot 0.35) + (0.76 \cdot 0.30) = 0.61$$

$$P_2 = (0.97 \cdot 0.35) + (1.00 \cdot 0.35) + (0.95 \cdot 0.30) = 0.98$$

$$P_3 = (0.56 \cdot 0.35) + (0.63 \cdot 0.35) + (0.84 \cdot 0.30) = 0.67$$

$$P_4 = (0.55 \cdot 0.35) + (0.61 \cdot 0.35) + (0.75 \cdot 0.30) = 0.63$$

$$P_5 = (0.52 \cdot 0.35) + (0.57 \cdot 0.35) + (0.69 \cdot 0.30) = 0.59$$

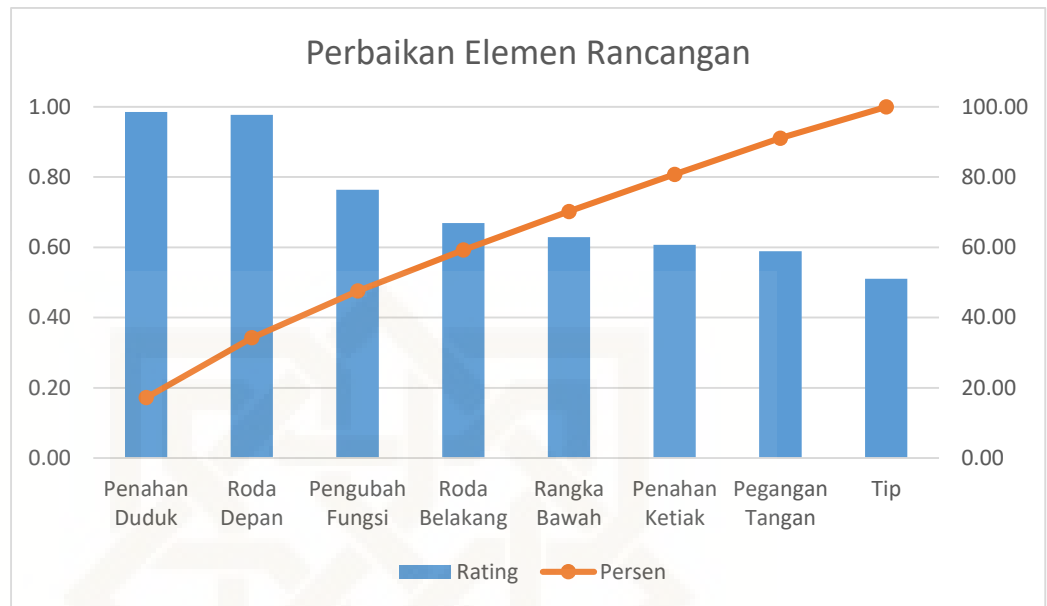
$$P_6 = (0.68 \cdot 0.35) + (0.68 \cdot 0.35) + (0.96 \cdot 0.30) = 0.76$$

$$P_7 = (1.00 \cdot 0.35) + (0.96 \cdot 0.35) + (1.00 \cdot 0.30) = 0.99$$

$$P_8 = (0.44 \cdot 0.35) + (0.49 \cdot 0.35) + (0.62 \cdot 0.30) = 0.51$$

Dari hasil yang diperoleh dapat ditentukan elemen rancangan yang perlu dilakukan perbaikan. Untuk menentukannya digunakan pendekatan prinsip Pareto. Prinsip Pareto menyatakan bahwa untuk banyak kejadian, sekitar 80% daripada efeknya disebabkan oleh 20% dari penyebabnya.

Grafik 4.1. Prioritas Perbaikan



Bobot pada masing-masing elemen tidak memiliki selisih nilai yang terlalu jauh. Hal ini membuktikan bahwa responden merasa masing-masing elemen rancangan penting dan perlu dilakukan perbaikan.

Dari diagram Pareto diatas menunjukkan bahwa terdapat 6 (enam) elemen rancangan yang termasuk dalam 80% elemen rancangan yang menyebabkan kecelakaan sehingga perlu dilakukan diperbaiki. Elemen rancangan yang diperbaiki yaitu penahan duduk, roda depan, pengubah fungsi, roda belakang, rangka bawah, dan penahan ketiak.

4.5. Kemungkinan Perbaikan

Setelah mengetahui elemen rancangan yang akan diperbaiki maka dilakukanlah *Morphological Analysis*. Dengan *Morphological analysis* diharapkan adanya ide-ide komponen – komponen yang dapat mewujudkan


kebutuhan rancangan. Dalam penelitian ini penggunaan *morphological analysis* hanya sampai pada tahap analisis.

4.5.1. Identifikasi Masalah

Untuk mengurangi resiko kecelakaan, perbaikan perlu dilakukan pada elemen rancangan yang perlu diperbaiki. Perbaikan dilakukan dengan mengumpulkan ide-ide baru sebagai kemungkinan yang dapat diterapkan pada perbaikan. Bagian-bagian yang mungkin dapat digunakan sebagai perbaikan pada kruk *axilla* beroda akan disajikan dalam tabel morphological chat dibawah ini :

Tabel 4.4. *Morphological Chart*

Elemen Rancangan	A	B	C	D	E
 <p>Penahan Ketiak</p>	 <p>http://www.juvoprducts.com/filebin/images/products/detail_thumbs/CrutchCadTAn_FS.jpg</p>	 <p>http://cdn.drivemedical.com/fileexchange/FileLinks/canes-andcrutches/10406.jpg</p>	 <p>https://www.sportstek.net/millennial-crutch.htm</p>	 <p>http://www.medcatalog.com/R_S/medy_mobility_products.htm</p>	 <p>http://www.officesupplyhut.com/Products/Guardian-Underarm-Crutch-Cushion_MIIG00018.aspx?onatalp=3393400497</p>
 <p>Roda Depan</p>	 <p>http://harborfreight.com/media/catalog/product/cache/1/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/i/m/imag_12716.jpg</p>	 <p>http://www.casterwheel.in/images/castor-wheel/special-range-castor-wheel.png</p>	 <p>http://www.hipba bygear.com/The-All-New-Bugaboo-Camelcon-3-is-AWESOME_b14.html</p>	 <p>http://img.diytrade.com/smimg/79000/144634-1492825-0/nn/ba02.jpg</p>	 <p>http://www.tuvie.com/stryder-hybrid-crutch-can-perform-as-a-knee-scooter/</p>

 <p>Roda Belakang</p>	 <p>http://www.tuvie.com/sbyke-bike-scooter-and-skateboard-into-one-personal-transportation/#more-51974</p>	 <p>http://www.rwmcasters.com/images/productPhotos/large/2-85-UIR-0830-S.jpg</p>	 <p>http://www.tuvie.com/stryder-hybrid-crutch-can-perform-as-a-knee-scooter/</p>	 <p>http://www.bhphotovideo.com/c/product/887478-REG/revo_ds_3_scaled_skater_dolly_with.html</p>	 <p>http://www.bhphotovideo.com/c/product/995429-REG/cinetics_cm_v_cinemoco_dolly_with_v.html</p>
 <p>Pengubah Fungsi</p>	 <p>http://www.tuvie.com/multi-function-folding-shovel-should-be-in-your-survival-kit-list/#more-58382</p>	 <p>United State Patent Stephan Sundarrao Folding Crutch Oct 15, 2007</p>	 <p>http://www.st-york.com.tw/ProductList.aspx?C=22</p>	 <p>http://www.ibsrt.com/imglist/kick-scooter-id-52708-p-1.html</p>	 <p>http://www.jejamescycles.co.uk/bb-primefold-m-folding-tool-btl-47m-id67206.html</p>
 <p>Rangka Bawah</p>	 <p>http://www.tuvie.com/support-efficient-plastic-crutch/</p>	 <p>http://www.tuvie.com/belt-scooter-collapsible-wearable-scooter-by-adam-torok/</p>	 <p>http://www.tuvie.com/fulcrum-modern-crutch-by-arman-kirim/</p>	 <p>http://www.trustcar.se/p18.en.crutches-lets-twist-again-yellow.html</p>	
 <p>Penahan Duduk</p>	 <p>http://www.tuvie.com/stryder-hybrid-crutch-can-perform-as-a-knee-scooter/</p>	 <p>http://www.iwalk-free.com/hands-free-crutches/compare-crutches/knee-scooters/</p>	 <p>http://www.iwalk-free.com/hands-free-crutches/compare-crutches/knee-scooters/</p>	 <p>http://www.amazon.com/Freedom-Crutch-Attaches-Mobility-Discomfort/dp/B009FBXBGA</p>	 <p>http://www.tuvie.com/sit-and-stand-walking-assistance-system-for-better-recovery/#more-44853</p>

4.5.2. Analisis *Morphological Chart*

Dari tabel diatas masing-masing gambar memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Masing-masing gambar memiliki nama seperti 1A,2B dan seterusnya. Berikut ini keterangan dari masing-masing gambar.

1. Penahan Ketiak

Penahan Ketiak merupakan bagian dari kruk *axilla* beroda yang berfungsi sebagai tumpuan ketiak dan menyalurkan berat tubuh pengguna kruk. Selain itu tumpuan ketiak berfungsi untuk mengendalikan rangka ketika kruk berayun maupun berhenti.

- a. Penahan ketiak ini berbentuk rata dan tidak mengikuti kontur ketiak. Namun penahan ketiak ini terbuat dari karet sehingga tetap nyaman bila digunakan.
- b. Penahan ketiak didesain melengkung guna menyesuaikan kontur ketiak sehingga nyaman digunakan. Namun penahan ketiak ini tidak dilengkapi dengan karet ataupun spon yang nyaman.
- c. Penahan ketiak ini dibuat sedikit melengkung mengikuti kontur dari ketiak. Penahan ketiak ini juga dilengkapi dengan karet sehingga nyaman digunakan. Penahan ketiak ini hanya memiliki satu penyangga yang memiliki keuntungan dapat menghemat bahan baku.

- d. Penahan ketiak ini memiliki bentuk yang besar yang bertujuan membuat kesan empuk dan nyaman ketika digunakan. Namun bentuknya yang besar tentunya mengurangi kebebasan dalam melakukan manuver,
- e. Penahan ketiak ini dibuat agak melengkung guna mengikuti postur tubuh pada bagian ketiak. Desain ini juga dilengkapi karet agar lebih nyaman digunakan dan dapat mengurangi efek gesekan yang timbul saat melakukan manufer.

2. Roda Depan

Roda depan adalah bagian yang menentukan kemana kruk akan bergerak. Sehingga bagian ini menjadi sangat penting dalam proses inovasi desain kruk *axilla* beroda.

- a. Roda depan ini hanya dapat digunakan untuk berjalan lurus saja dan tidak dapat berbelok ke segala arah, atau biasa disebut roda mati. Roda ini cenderung lebih stabil dalam melakukan manufer.
- b. Roda depan didesain dapat berbelok ke segala arah sehingga memudahkan pengguna dalam bermanufer. Namun pada produk kruk *axilla* beroda yang sudah ada menggunakan produk jenis ini sebagai roda depan sehingga mudah berbelok dan susah untuk dikendalikan.
- c. Roda depan didesain memiliki suspensi sehingga memudahkan dalam melintasi medan yang tidak rata. Produk ini juga dapat

berbelok ke segala arah sehingga memudahkan dalam bermanufer.

- d. Roda depan ini memiliki sistem pengereman yang dapat memudahkan penggunaanya ketika berhenti pada bidang yang miring. Roda ini juga dapat bergerak ke segala arah.
- e. Roda depan didesain dengan dua roda samping kanan dan kiri dari kruk *axilla*. Desain ini hanya memungkinkan untuk berjalan lurus saja karena roda ini tidak dapat berbelok. Roda ini lebih stabil jika dibandingkan dengan satu roda dan meminimalisir oleng kesamping.

3. Roda Belakang

Roda belakang berfungsi sebagai penopang bagian belakang kruk *axilla* beroda. Bagian ini harus mendukung roda depan dalam melakukan manufer.

- a. Roda ini biasa diaplikasikan pada skateboard. Roda ini dapat berbelok mengikuti kemiringan papan pada saat digunakan. Selain dapat berbelok, roda ini juga memiliki sistem suspense.
- b. Roda ini memiliki dobel ban yang membuatnya lebih kuat dan stabil saat melakukan manufer.
- c. Desain ini memiliki dua roda yang berada diantara rangka.
- d. Roda ini dapat berbelok namun tidak sempurna. Hal ini disebabkan oleh keadaan roda saat berbelok yang tidak dapat bergerak dengan bebas karena terhalang oleh rangka.

- e. Roda ini dapat berbelok secara bebas karena pemasangan roda yang berada dibawah rangka sehingga tidak terhalang oleh rangka,

4. Pengubah Fungsi

Bagian ini memiliki tugas paling penting dalam perubahan kruk *axilla* standar menjadi kruk *axilla* beroda.

- a. Produk *Multi-function Folding Shovel Kit* adalah hasil inovasi sekop yang dapat berubah menjadi cangkul. Pada produk ini yang diadaptasi adalah mekanisme pengubahnya dengan mengendurkan atau mengencangkan baut yang ada pada pengubahnya.
- b. Produk ini bernama *Folding Crutch* yang memiliki engsel yang dapat ditekuk pada sudut-sudut tertentu sehingga memudahkan penggunaanya dalam mengatur kemiringan kruk.
- c. *Folding Underarm Crutch* merupakan produk kruk *axilla* standar yang dapat ditekuk pada bagian rangkanya. Produk ini bertujuan untuk memudahkan penggunaanya dalam melakukan penyimpanan.
- d. Otoped atau dikenal juga dengan sebutan skuter adalah suatu produk yang dapat dilipat sehingga memudahkan dalam melakukan penyimpanan. Untuk melipat dapat dilakukan dengan memindahkan tuas pengunci.

e. *Holding tool*

Holding tool merupakan beberapa alat perkakas yang disederhanakan menjadi satu dengan cara dilipat. Ketika perkakas akan digunakan, perkakas dapat dikeluarkan dengan cara mencungkil dari dalam *holding tool*.

5. Rangka Bawah

Rangka bawah berfungsi sebagai penopang utama baik pada saat menjadi kruk *axilla* standar maupun kruk *axilla* beroda.

- a. *S_UPPORT* merupakan sebuah produk inovasi kruk yang terbuat dari bahan plastic yang dapat didaur ulang tanpa kehilangan kekuatan. Titik kekuatannya juga berada pada desainnya yang modular dan *stylish*.
- b. Produk *Belt Scooter* merupakan sebuah skuter yang dapat digunakan sebagai sabuk. Hal ini dapat dilakukan karena produk ini memiliki rangka yang dapat dilipat atau ditebuk sesuai dengan postur tubuh penggunanya.
- c. *Fulcrum modern crutch* memiliki rangka yang dapat diatur ketinggiannya dengan memutar pengencang yang ada.
- d. *Let's Twist Again* merupakan produk kruk yang memiliki rangka dengan pengatur ketinggian. Dalam pengaturan ketinggian dapat dilakukan dengan menekan penahan yang kemudian disesuaikan dengan lubang-lubang yang telah tersedia.













6. Penahan Duduk

Bagian ini menjadi penopang duduk bagi penggunanya ketika difungsikan sebagai kruk *axilla* beroda.

- a. *Stryder hybrid crutch* merupakan kruk yang dapat berfungsi skuter lutut. Pada produk ini tidak digunakan untuk duduk namun hanya berfungsi sebagai penahan lutut pada kaki yang mengalami disabilitas.
- b. *Iwalk* merupakan produk inovasi kruk yang memiliki penopang lutut untuk menyangga kaki yang cidera. Penggerakan kruk tidak lagi bertumpu pada ketiak tetapi dapat digerakkan langsung dengan menggerakkan kaki.
- c. *Knee Scooter* merupakan skuter yang dikhususkan untuk penyandang disabilitas satu kaki. Produk ini memiliki penopang kaki dan roda yang dapat memudahkan dalam bermanufer.
- d. Produk ini merupakan *kruk axilla* standar yang diberi inovasi penahan kaki. Produk ini dimaksudkan untuk mengurangi kelelahan penggunanya saat menahan kaki yang tertekuk karena cidera.
- e. *Sit and Stand* adalah alat bantu untuk penyandang disabilitas kaki sementara. Produk ini bekerja dengan cara menopang bagian kaki pengguna yang cidera. Sudut dari penopang kaki ini dapat disesuaikan dengan kegunaannya.

Dari hasil penjabaran pada masing-masing produk maka dipilihlah 2 (dua) ide perbaikan yang akan diimplementasikan, yaitu:

Tabel 4.5. Hasil Pemilihan

Penahan Ketiak	Roda Depan	Roda Belakang	Pengubah Fungsi	Rangka Bawah	Penahan Duduk
					
					

4.5.3. Konflik Penggunaan

Menurut Li (2001) setelah ide-ide perbaikan didapatkan perlu ditinjau lebih lanjut apakah ide tersebut dapat diimplementasikan dengan baik dan tidak terdapat konflik pada masing-masing elemen rancangan yang bersinggungan. Untuk menentukan elemen konflik, digunakan perbandingan antara masing-masing elemen rancangan dengan scenario kecelakaan yang telah dibuat sebelumnya. Elemen rancangan yang memiliki konflik lebih sedikit akan dipilih sebagai acuan dalam melakukan perbaikan.

Tabel 4.6. Konflik Penggunaan

No.	Resiko	Elemen Rancangan											
		Penahan Ketiak		Roda Depan		Roda Belakang		Pengubah Fungsi		Rangka Bawah		Penahan Duduk	
		1A	1E	2C	2E	3A	3D	4A	4D	5C	5D	6A	6B
1	Jatuh kedepan			√	√	√	√			√	√	√	
2	Jatuh kebelakang			√	√	√	√	√		√	√	√	
3	Jatuh kekanan			√		√						√	
4	Jatuh kekiri			√		√						√	
5	Jatuh karena posisi duduk											√	
6	Tergores Roda			√	√	√	√						
7	Tergores Landasan Duduk												√
8	Tergores Pengubah Fungsi								√				
9	Terjepit Roda			√			√						
10	Terjepit Landasan Duduk											√	
11	Terjepit Pengubah Fungsi							√					
12	Memar pada Ketiak	√											
13	Kulit memerah / iritasi pada bagian yang bersinggungan dengan kruk	√	√			√			√	√			√
14	Letih / Capek				√		√			√	√		
15	Kesemutan	√	√										
16	Nyeri pada bagian bahu	√	√										
17	Pegal Kaki Ayun				√		√			√	√		
18	Mudah Berbelok			√			√						
19	Roda Macet				√		√						
20	Susah Berpegangan									√	√		
21	Berat			√					√				√
		4	3	8	6	6	8	2	3	6	5	6	3

4.6. Pembuatan Alternatif Perbaikan Desain

Dalam pembuatan alternatif perbaikan difokuskan pada bagian-bagian yang telah ditentukan untuk diperbaiki. Perbaikan dilakukan berdasarkan pada ide atau gagasan yang sudah dipilih sebelumnya. Untuk memudahkan dalam pembuatan desain perbaikan digunakan *software* SolidWorks.

Penelitian ini akan membuat tiga (3) alternatif perbaikan desain. Hal ini dilakukan untuk memberikan variasi pemilihan sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan oleh pengguna.

4.6.1. Desain I



Gambar 4.2. Desain I

Desain berikut ini memiliki bagian-bagian yang mengalami perbaikan baik dari segi bentuk maupun fungsinya. Adapun bagian bagian yang diperbaiki adalah sebagai berikut:

1. Penahan Ketiak

Penahan ketiak berbentuk pipa lengkungan yang dibuat mengikuti postur tubuh penggunanya. Terdapat dua buah lubang pada bagian bawahnya yang berfungsi sebagai penghubung antara penahan ketiak dengan rangka atas.



Gambar 4.3. Penahan Ketiak

2. Roda Depan

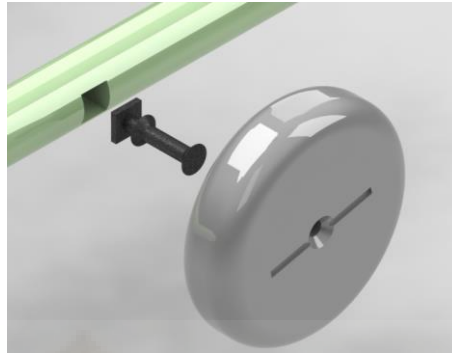
Pada desain ini roda depan tetap dibuat roda tunggal dengan suspensi dibagian kanan dan kirinya. Dengan penambahan suspensi, maka dibuatlah lengan ayun yang dapat mengikuti gerak roda ketika melewati jalan yang bergelombang.



Gambar 4.4. Roda Depan Bersuspensi

3. Roda Belakang

Desain ini memiliki dua buah roda belakang di bagian kiri dan kanan guna menjaga keseimbangan kruk *axilla* beroda ketika digunakan. Roda ini bersifat statis atau tidak dapat berbelok.



Gambar 4.5. Roda Belakang Statis

4. Pengubah Fungsi

Pada pengubah fungsi perbaikan dilakukan dengan menitik beratkan pada penghilangan bagian yang menonjol. Bagian yang menonjol merupakan penahan yang dibuat agar kruk mampu menahan beban tubuh penggunanya. Untuk menggantikan bagian menonjol tersebut dibuatlah baut penahan yang berada pada rangka bawah, serta baut penahan untuk bagian kiri dan kanan.



Gambar 4.6. Pengubah Fungsi

5. Rangka Bawah

Perbaikan yang dilakukan pada rangka bawah yaitu dengan menambah fungsi pengatur ketinggian. Pada pengatur ketinggian

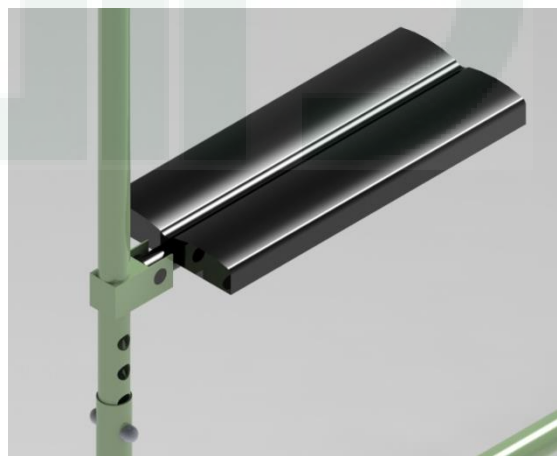
terdapat beberapa lubang sehingga pengguna kruk *axilla* beroda dapat mengatur tinggi rendahnya rangka bawah sesuai kebutuhan. Untuk mengatur ketinggian dapat dilakukan dengan cara menekan pin yang ada pada rangka bawah dan mengarahkannya pada lubang yang diinginkan.



Gambar 4.7. Rangka Bawah

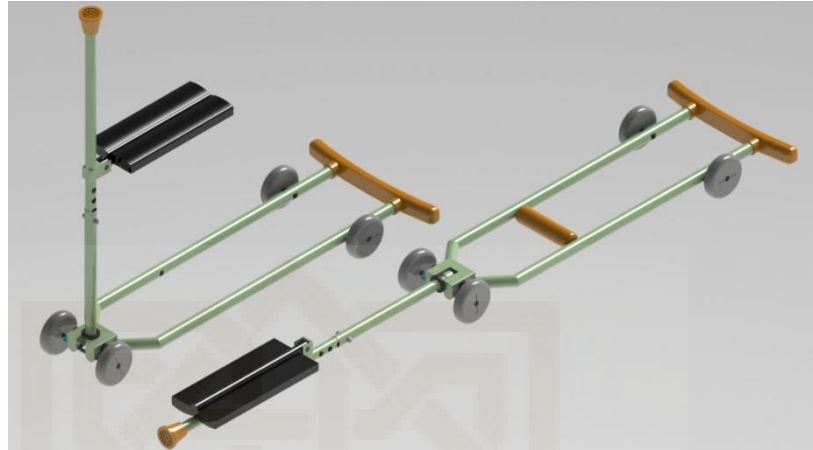
6. Penahan Duduk

Perubahan yang terjadi pada penahan duduk yaitu mengubah fungsi penahan duduk menjadi penahan lutut. Perubahan ini dilakukan dengan mengurangi bagian yang menonjol pada bagian penahan duduk ketika berfungsi sebagai kruk *axilla*.



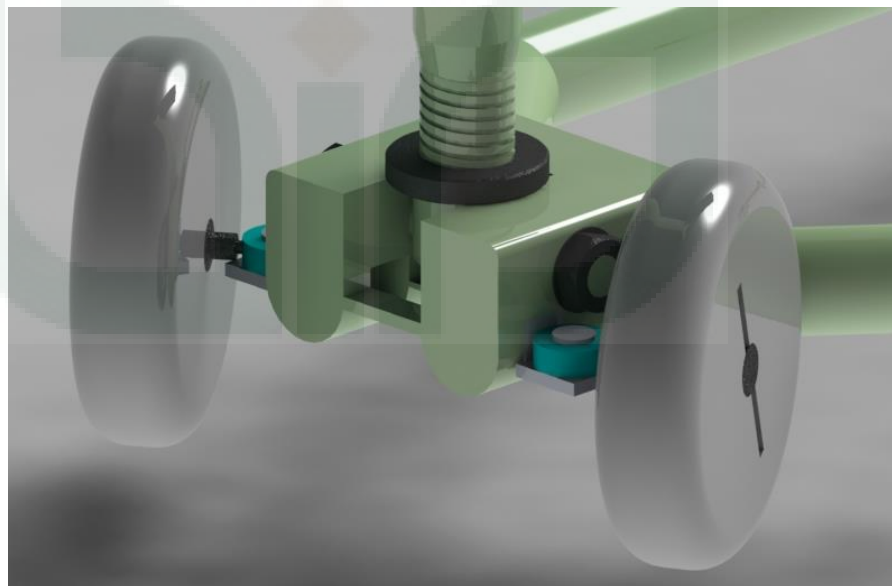
Gambar 4.8. Penahan Duduk

4.6.2. Desain II



Gambar 4.9. Desain II

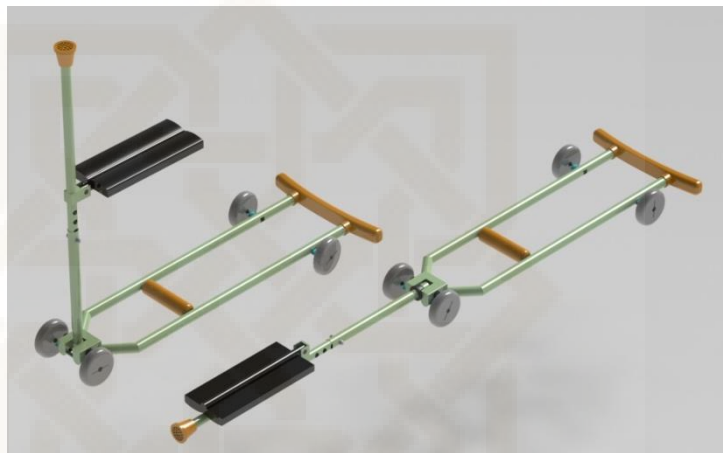
Tidak berbeda jauh dari desain sebelumnya, desain ini hanya berbeda pada bagian roda depan dan roda belakang saja. Roda depan dirancang dengan membuatnya menjadi roda ganda yang mampu berbelok. Untuk proses pembelokan roda dibantu dengan sebuah bering yang berputar pada porosnya.



Gambar 4.10. Roda Berbelok

4.6.3. Desain III

Sama seperti desain sebelumnya, desain ini tidak terlalu berbeda. Yang membedakan hanyalah roda belakang yang dibuat mampu berputar guna memudahkan dalam bermanufer.



Gambar 4.11. Desain III

4.7. Hasil Perbaikan Rancangan

Pada alternative desain rancangan kruk *axilla* beroda terdapat beberapa bagian yang mengalami perbaikan berdasarkan pada analisis keamanan produk. Perubahan itu dilakukan untuk memenuhi kebutuhan rancangan sehingga dapat mengurangi resiko kecelakaan.

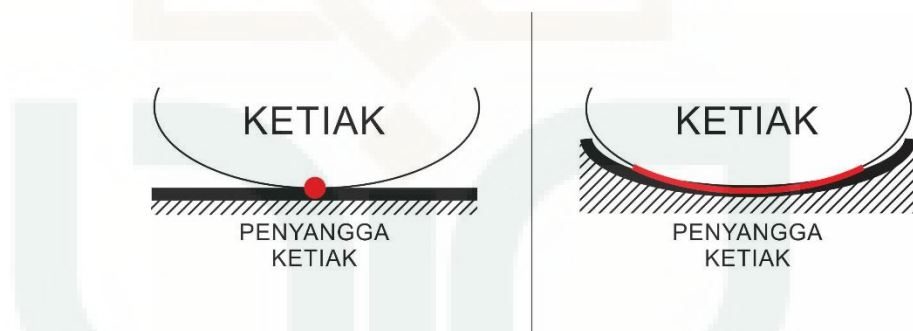
Bagian-bagian yang mengalami perbaikan adalah sebagai berikut:

4.7.1. Penahan Ketiak

Perbaikan yang dilakukan pada penyangga ketiak yaitu dengan membuatnya menjadi bentuk lengkungan. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari memar ataupun iritasi yang mungkin saja dapat

terjadi. Dimana untuk masing-masing alternatif desain memiliki bentuk penahan ketiak yang sama.

Perubahan menjadi bentuk lengkung disebabkan karena pada bidang yang lurus, beban akan terdistribusi pada satu titik. Sedangkan pada bidang lengkung, beban akan terdistribusi merata sepanjang bidang singgungnya. Dengan demikian membuat perubahan menjadi melengkung diharapkan dapat mendistribusikan beban secara merata. Hal ini berkaitan dengan hukum fisika mengenai tekanan, dimana tekanan berbanding terbalik dengan luas penampangnya. Semakin besar luas penampang maka gaya yang dihasilkan semakin kecil. Berikut adalah ilustrasi dari posisi pendistribusian beban pada ketiak:



Gambar 4.12. Perbandingan posisi pendistribusian beban penahan ketiak

4.7.2. Roda Depan

Pada kruk *axilla* beroda Aji-Lukman memiliki sebuah roda depan yang mampu berbelok. Namun saat digunakan roda tersebut cenderung tidak stabil karena terlalu mudah berbelok dan tidak mampu menahan getaran pada medan yang tidak rata. Untuk mengatasi hal tersebut dilakukan beberapa perbaikan agar

meminimalisir kecelakaan yang mungkin dapat terjadi. Pada perbaikan roda depan terdapat dua (2) alternatif perbaikan yang dilakukan yaitu:

1. Roda Bersuspensi

Pembuatan roda ini bertujuan untuk mengatasi masalah yang ditimbulkan ketika kruk *axilla* beroda bermanufer di medan yang tidak rata. Dengan penambahan suspense pada bagian kiri dan kanan diharapkan mampu meredam getaran yang timbul saat melintasi medan yang tidak rata.

2. Roda Berbelok Tanpa Suspensi

Untuk memudahkan pengguna dalam bermanufer maka dibuatlah roda depan yang mampu berbelok. Walaupun tidak memiliki suspensi, roda ini didesain dengan ukuran diameter yang besar guna menahan getaran yang timbul ketika bermanufer di medan yang tidak rata. Mekanisme berbeloknya roda dibantu dengan adanya bearing yang berputar pada porosnya.

4.7.3. Roda Belakang

Pembuatan roda belakang terdapat dua jenis, yaitu roda belakang yang diam dan yang mampu berbelok. Bagian-bagian yang ada pada kedua jenis roda belakang tersebut hampir sama. Yang membedakan hanyalah penambahan bearing untuk mekanisme berbelok.

4.7.4. Pengubah Fungsi

Perbaikan yang dilakukan pada pengubah fungsi berfokus pada penghilangan bagian yang menonjol karena bagian tersebut dapat mencederai penggunanya. Serta pada desain sebelumnya proses perubahan dari kruk *axilla* menjadi kruk *axilla* beroda memakan waktu yang relatif lama.

Terinspirasi dari *Multi-function Folding Shovel* pengubah fungsi memiliki tiga buah baut penunjang untuk menjaga kekuatan agar mampu menopang berat dari penggunanya. Pengubah fungsi yang baru tidak merubah posisi roda depan ketika kruk sedang dalam keadaan sebagai kruk *axilla* maupun kruk *axilla* beroda.

4.7.5. Rangka Bawah

Penambahan pengatur ketinggian bertujuan untuk mengurangi resiko kecelakaan akibat tinggi posisi duduk yang tidak tepat. Dengan adanya pengatur ketinggian, pengguna dapat menyesuaikan ketinggian kruk.

4.7.6. Penahan Duduk

Untuk mengurangi resiko terjatuh akibat posisi duduk yang kurang nyaman maka diubahlah fungsi penahan duduk menjadi penahan lutut. Dengan demikian posisi pengguna akan relatif lebih nyaman serta posisi kaki cidera akan lebih aman. Perubahan fungsi ini terinspirasi dari Iwalk yang merupakan produk inovasi kruk yang memiliki penopang lutut untuk menyangga kaki yang cidera.