

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang masalah

Menurut Abraham Maslow dalam teorinya tentang kebutuhan dasar manusia, bahwa kebutuhan dasar manusia tersusun dalam bentuk hirarki atau berjenjang. Setiap jenjang kebutuhan dapat dipenuhi hanya kalau jenjang sebelumnya telah (relatif) terpuaskan. Kebutuhan dasar tersebut adalah kebutuhan fisiologis (*physiological needs*), kebutuhan keamanan (*safety needs*), kebutuhan dimiliki dan cinta (*belonging and love needs*), kebutuhan harga diri (*self esteem needs*), kebutuhan aktualisasi (*self actualization needs*) [1].

Dalam kehidupan ini, manusia tidak dapat terlepas dari aktifitas-aktifitas untuk memenuhi kebutuhan dasarnya. Salah satu kebutuhan dasar manusia dan merupakan kebutuhan fisiologis adalah kebutuhan *personal hygiene* atau perawatan diri. Dalam kehidupan sehari-hari kebersihan merupakan hal yang sangat penting dan harus diperhatikan. Kebersihan akan mempengaruhi kesehatan dan psikis seseorang. Individu yang sakit biasanya mempunyai masalah dalam melakukan pemenuhan kebutuhan perawatan diri [2].

Pada pasien di rumah sakit yang tidak bisa melakukan aktifitas secara mandiri biasanya akan mengalami kesulitan dalam banyak hal seperti mandi, merawat rambut, merawat kuku, dan berpakaian. Oleh karena itu, penderita menjadi sangat tergantung dan membutuhkan bantuan orang lain. Pemenuhan kebutuhan personal hygiene di rumah sakit mempunyai kecenderungan tidak dilakukan oleh perawat, akan tetapi dilimpahkan oleh keluarga pasien yang menunggu di ruangan. Untuk melakukan pemenuhan kebutuhan personal hygiene diperlukan persiapan peralatan yang banyak, dan terkadang tidak tersedia di bangsal keperawatan.

Berikut ini adalah contoh gambar pemenuhan kebutuhan personal higiene yang dilakukan oleh seorang perawat di rumah sakit.



Gambar 1.1. Tindakan pemenuhan personal higiene mandi.

Salah satu tindakan pemenuhan personal higiene adalah mencuci rambut (mengkramasi) pasien. Dalam mengkramasi pasien, diperlukan persiapan alat yang banyak dan membutuhkan waktu dalam persiapan yang lama, karena harus membuat bantal yang dimodifikasi untuk talang air, menyediakan beberapa ember yang terisi air dan lain-lain. Kegiatan tersebut sangat merepotkan perawat dan membuat pasien merasa tidak nyaman dengan kondisi tersebut.

Rumah sakit dr. Oen Solo sebagai rumah sakit swasta mulai merasakan bahwa pemenuhan kebutuhan personal higiene merupakan hal yang sangat penting dalam upaya pemberian asuhan keperawatan. Maka dari itu diperlukan inovasi baru untuk menunjang kebutuhan personal higiene supaya kinerja perawat maksimal dan memberikan kenyamanan bagi pasien. Alat keramas portabel yang penulis rancang ini harapannya bisa memberikan solusi dari permasalahan di atas.

1.2 Perumusan masalah

Dari situasi yang ada, dapat diidentifikasi beberapa masalah yang muncul dalam pemenuhan kebutuhan personal higiene, khususnya mengkramasi pasien yaitu:

- a. Persiapan air untuk keramas harus diletakkan pada ember dan diperlukan tenaga yang kuat untuk mengangkat air.

- b. Perawat harus menyiapkan ember untuk menampung air yang telah digunakan untuk keramas.
- c. Perawat harus menyiapkan gayung untuk menyiram rambut.
- d. Perawat harus membuat talang air yang terbuat dari gulungan kain dan perlak tahan air, agar tidak membasahi pakaian dan tempat tidur.
- e. Perawat harus menyediakan kain pel untuk membersihkan air yang kemungkinan besar tumpah dan tercecer.
- f. Waktu yang dibutuhkan untuk persiapan tindakan lebih lama.

1.3 Tujuan penelitian

Tujuan dari kegiatan pengembangan dan aplikasi teknologi tepat guna ini ditujukan untuk memenuhi hal berikut ini:

- a. Mendesain alat keramas semi modern
Mesin didesain untuk menggantikan beberapa proses manual yang dilakukan oleh perawat (mekanisasi) sehingga dengan satu siklus kerja mesin ini, beberapa tahapan proses kegiatan terselesaikan (terintegrasi). Mesin yang dibuat dengan komponen yang tersedia dipasaran sehingga mudah untuk dibuat dan dikembangkan/dimodifikasi sesuai kebutuhan.
- b. Mengaplikasikan alat yang dibuat untuk pelayanan keperawatan di rumah sakit.
Mesin ini didesain mudah untuk dioperasikan dengan struktur yang sederhana, namun dapat menyelesaikan proses manual yang biasa dilakukan.
- c. Meningkatkan efektifitas dan efisiensi kerja perawat di rumah sakit.
Tergantiknya proses manual oleh alat ini, diharapkan proses pemberian pelayanan menjadi lebih cepat sehingga volume pelayanan pun ikut meningkat.

1.4 Manfaat penelitian

Manfaat yang ingin dicapai penelitian ini adalah mendapatkan rancangan alat yang berfungsi baik yang dapat tercapai:

- a. Kinerja perawat dapat meningkat.
- b. Pemenuhan kebutuhan dasar dapat terpenuhi.
- c. Meningkatkan kenyamanan dan keamanan pasien.

- d. Meningkatkan kepuasan pasien.
- e. Merangsang perawat di rumah sakit lain untuk melakukan kegiatan pelayanan keperawatan yang lebih baik.

1.5 Batasan masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

- a. Alat ini dirancang untuk kategori pasien yang tidak mengalami cedera pada daerah punggung, leher dan kepala.
- b. Produk terbuat dari bahan aluminium dan produk dirancang tidak untuk anak-anak.

1.6 Sistematika penulisan

Pada bab I berisi tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan. Uraian bab ini dimaksudkan untuk menjelaskan latar belakang penelitian yang dilakukan sehingga dapat memberikan manfaat sesuai dengan tujuan penelitian dengan batasan-batasan dan asumsi yang digunakan. Kemudian pada bab II ini berisikan tentang uraian teori, landasan konseptual dan informasi yang diambil dari literatur yang ada. Sesuai dengan yang dibutuhkan selama proses desain.

Pada bab III berisikan uraian-uraian tahapan yang dilakukan dalam melakukan penelitian mulai dari identifikasi masalah hingga penarikan kesimpulan. Pada bab IV berisikan uraian mengenai data-data penelitian yang digunakan dalam proses pengolahan data dan hasil pengolahan yang digunakan sebagai rekomendasi. Dan yang terakhir pada bab V menguraikan kesimpulan yang diperoleh dari pengolahan data sebelumnya sebagai penutup laporan penelitian.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Desain dan pengertiannya

Desain secara harfiah sering diartikan sebagai merancang, merencana, merancang bangun, atau merekayasa. Dalam bahasa Inggris (asal bahasa Indonesia menyerap istilah desain) ditulis dengan “*to design*”.

Gregory: mendefinisikan sebagai “*relating product with situation to give satisfaction*”, yang lebih mengutamakan hubungan antar benda (barang) dengan suatu keadaan atau kondisi tertentu; dengan tujuan memberikan suatu kepuasan bagi pengguna barang (benda, produk) tersebut.

Fielden: “*engineering design is the use scientific principles, technical information and imagination in the definition of mechanical structure, machine or system to perform function with maximum economy and efficiency*” [3].

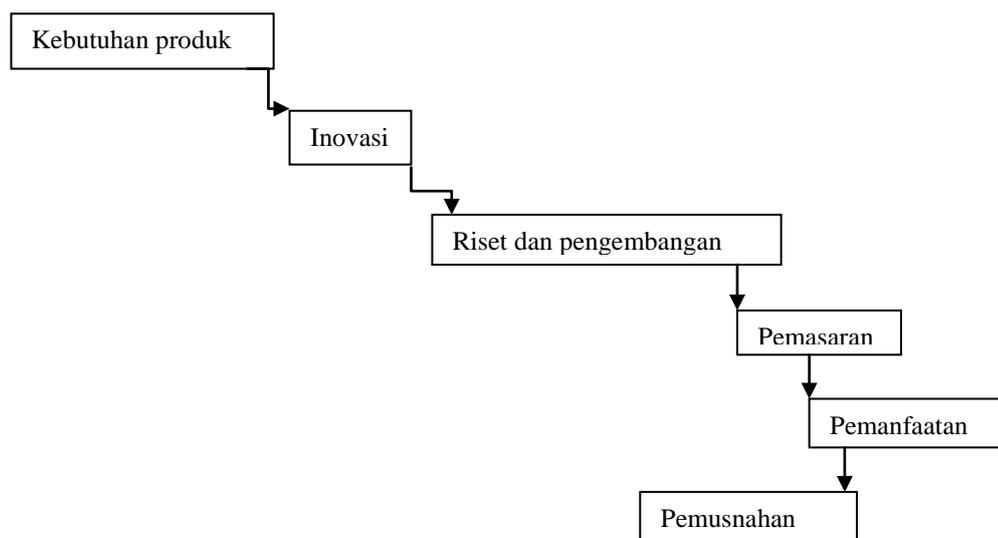
Jika ditinjau pernyataan Fielden ini lebih bersifat sempit, spesifik, dan kaku, karena hanya mengaitkan pengertian desain dengan dunia teknik (*engineering*) dalam kaitannya dengan segi ekonomis dan efisiensi. Sedangkan kenyataannya, desain juga erat kaitannya dengan berbagai disiplin ilmu pengetahuan yang mendukung proses desain yang lain. Meskipun demikian, memang dapat dikatakan bahwa peran *engineering* terasa semakin penting dalam suatu proses desain. Hal ini semakin terasa pada masa sekarang (setelah terjadinya revolusi industri di Eropa dan Amerika), yakni penghujung abad ke-18, menjelang abad ke-19, dan terus berlangsung sampai saat ini.

Perubahan pengertian desain juga dapat ditemukan pada pernyataan Anthony Bertram, dalam bukunya yang berjudul *Design*, yaitu sebagai berikut: “*By 1588 the word, design “has meaning, purpose, aim, intention: by 1657 the meaning, the thing aimed at”. In 1938 it has gained the composite meaning of aim plus thing aimed at. It has come to for a thought the plan and manufacture to the finished object*” [3].

2.1.1 Siklus kehidupan produk dan alur perancangannya

Produk merupakan benda teknik yang keberadaannya di dunia merupakan hasil karya keteknikan, yaitu hasil rancangan, pembuatan teknik dan hal-hal yang terkait lainnya. Produk tidak ditemukan secara alamiah di muka bumi ini. Produk dibuat untuk dapat menjalankan fungsinya yaitu bisa memberikan kemudahan dan menggantikan tugas manusia.

Gambar 2.1 merupakan gambaran evolusi sebuah desain. Desain dimulai keberadaannya ketika ada kebutuhan akan suatu produk. Pada tahap ini, semua konsep yang dibutuhkan dari fungsi yang akan dicapai, atribut keinginan konsumen, dan semua atribut yang berkaitan dengan produk dipetakan dan menjadi pertimbangan desain produk. Inovasi diperlukan ketika produk yang akan dibuat, merupakan sesuatu yang baru dari segi desain, sistem, dan fungsinya. Oleh karena ada tujuan fungsi dan sistem yang baru itulah, kemudian dilakukan riset atau penelitian mengenai performansinya, *reliability*-nya, kemampuan produksinya, dan lain-lain. Selanjutnya produk memasuki tahap pemasaran. Pemanfaatan produk bisa mencapai waktu yang lama atau singkat. Tergantung adanya kompetisi produk yang sama dari pihak lain, teknologi baru yang dikembangkan, atau memudarnya tren. Ketika ia ditinggalkan pemakaiannya oleh konsumen, maka ia memasuki tahap pemusnahan.



Gambar 2.1. Siklus alami produk [4].

2.1.2 Memunculkan konsep (*Concept generation*)

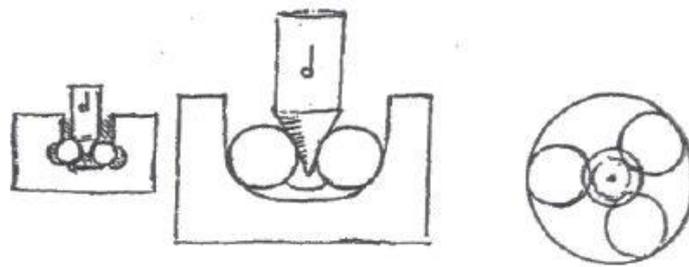
Menurut Ullmann (1997) *a concept is an idea that is sufficiently developed to evaluate the physics principles that govern its behavior* (sebuah konsep adalah ide yang dapat secara mudah dikembangkan untuk mengevaluasi hukum fisika dan hukum alam lainnya yang mengatur perilaku alami suatu benda). Dengan menetapkan fungsi produk yang sesuai sebagaimana mestinya dan dengan pertimbangan pengembangan yang rasional ke depan, ide akan mencapai sasaran kesuksesannya sebagaimana yang diinginkan. Konsep juga harus diperbaiki secukupnya untuk menyesuaikan teknologi yang akan dibutuhkan, untuk menyesuaikan arsitektur dasar (contoh: bentuk) dan untuk mengantisipasi beberapa keterbatasannya, serta untuk mengevaluasi kemampuan produksinya [5].

Konsep dapat direpresentasikan dalam sketsa kasar atau diagram alir, satu set kalkulasi, atau catatan teks sebuah abstraksi yang barangkali suatu hari dapat menjadi produk. Bagaimanapun, sebuah konsep direpresentasikan sebagai titik kunci yang sangat penting untuk mengembangkan performa model sehingga fungsi dari ide dapat di manifestasikan [5].

Sebuah konsep secara natural dimunculkan selama fase kebutuhan pengembangan teknik, selama dalam rangka untuk memahami permasalahan, kita harus menghubungkan ide tersebut dengan benda yang telah kita ketahui sebelumnya. Ada kecenderungan yang besar bagi seorang desainer untuk mendahulukan idenya yang pertama muncul dan menerapkannya pada perbaikan produk dan mengesampingkan ide-ide dari sumber lain atau yang belakangan muncul. Saran yang sering diberikan oleh desainer berpengalaman adalah: *if you generate one idea, it will probably be a poor idea; if you generate twenty ideas, you might have one good idea* [5].

Pada kenyataannya, ide-ide bagus dapat kita peroleh dari desain yang pernah dipublikasikan atau ditemukan sebelumnya. Akan tetapi, untuk mengetahui semua konsep-konsep terdahulu terkadang menjadi sesuatu yang sulit. Sebagai contoh pada tahun 1920-an, ketika mendesain sebuah giroskop untuk keperluan sistem pilot otomatis, perusahaan *Sperry Gyroscope* membutuhkan sebuah konsep *bearing* yang akan menahan ujung poros giroskop pada posisi kedua poros bujur dan lintang, dan

juga berfungsi menyokong giroskop tapi dengan gaya gesek yang kecil. Para *desainer Sperry Gyroscope* datang dengan ide yang mereka klaim sebagai desain yang pintar, yaitu sebuah poros dengan ujung kerucut yang berada di antara 3 bola gotri dalam sebuah mangkuk. Ide cerdas yang satu ini sudah mencakup semua fungsi desain, yang akhirnya dipatenkan dan meraih sukses. Sampai pada tahun 1965, buku catatan Leonardo da Vinci yang sebelumnya tidak diketahui keberadaannya dan bertahun 1500, ditemukan di Madrid Spanyol. Sketsa-sketsa di dalam buku itu salah satunya sebagaimana terlihat pada gambar 2.2 di bawah ini.



Gambar 2.2. Sketsa futuristik Leonardo Da Vinci tentang bearing [5].

Gambar 2.2 diatas menunjukkan desain bearing yang identik sebagaimana yang dibuat oleh insinyur-insinyur Sperry. Tentu saja, para insinyur Sperry tidak mengetahui bahwa ide bearing tersebut telah ada pada abad ke -16. Kenyataannya hal itu meupakan keuntungan bahwa desain itu barangkali dikembangkan berkali-kali antara abad 16 sampai 20 dan tidak tercatat sedemikian rupa. Poinnya adalah segala upaya harus dikerahkan untuk menelusuri ide-ide desain yang telah ditemukan sebelumnya karena boleh jadi inspirasi yang sangat mencerahkan, namun permasalahannya banyak desain di masa lalu tidak terdokumentasi dengan baik.

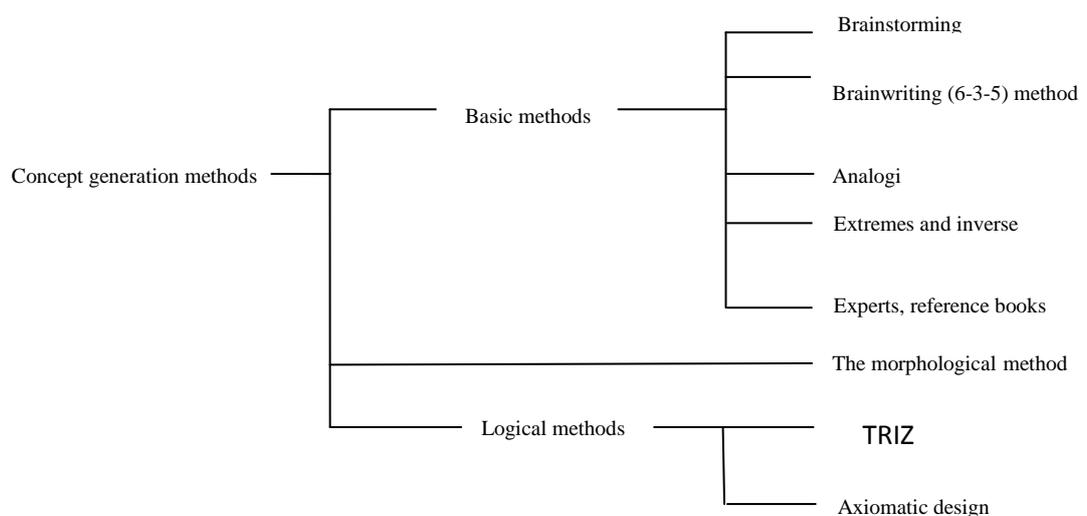
Pemunculan konsep berulang bersamaan dengan adanya iterasi evaluasi. Begitu juga bagian dari lingkaran pengulangan, adalah komunikasi informasi desain, pembaruan rencana, dan dekomposisi permasalahan ke subpermasalahan. Sejalan dengan filosofi dasar yang telah diutarakan tadi (konsep merupakan langkah dasar dan fondasi desain), teknik untuk memunculkan banyak konsep akan menjadi hal

yang penting untuk diketahui. Teknik ini membantu desainer dalam mengumpulkan beragam alternatif solusi.

2.1.3 Beberapa teknik untuk memunculkan konsep

Ketika kita memulai pekerjaan desain dan memperoleh serta menetapkan fungsi yang akan dicapai, tujuan berikutnya adalah memunculkan konsep yang sesuai dengan produk tersebut. *Concept are the means of providing function* (konsep adalah usaha-usaha untuk menyediakan fungsi). Konsep dapat ditampilkan dalam bentuk sketsa, blok diagram, deskripsi teks, model tanah liat atau bentuk yang lain yang dapat memberikan indikasi perilaku produk yang akan dibuat [5].

Teknik yang akan diberikan disini menggunakan fungsi-fungsi yang mengidentifikasi ide-ide diatas. Ada dua tahap dalam teknik ini. Tujuan pertamanya adalah mencari sebanyak mungkin konsep yang menyediakan masing-masing fungsi yang diidentifikasi pada tahap dekomposisi. Kedua adalah mengkombinasikan konsep-konsep terpisah itu ke dalam satu konsep yang global yang memenuhi semua fungsi produk yang diinginkan. Pengetahuan (*Know-How*) dan kreatifitas insinyur desain, krusial sekali pada tahap ini, sebagaimana pemunculan ide merupakan dasar evolusi desain. Gambar 2.3 berikut ini menjelaskan beberapa teknik yang populer dalam pengembangan ide dan konsep yang dirangkumkan oleh Ullman:



Gambar 2.3. Metode pengembangan konsep [5].

2.1.4 Metode dasar (*Basic method*)

Metode berikut ini adalah metode yang secara luas dan universal digunakan pada semua kegiatan yang membutuhkan sumbangan ide dalam jumlah banyak. Metode-metode ini disajikan tanpa memerlukan ketentuan khusus dan dapat digunakan bersamaan. Seorang desainer yang berpengalaman boleh saja melompat dari satu metode ke metode yang lain untuk memecahkan masalah yang spesifik.

2.1.5 *Brainstorming*

Biasanya terdiri dari kelompok yang berorientasi teknis, dan tentu saja teknik ini bisa digunakan oleh seorang insinyur. *Brainstorming* menjadi istimewa karena setiap anggota dari kelompok memberikan kontribusi ide dari sudut pandang mereka masing-masing [5]. Aturan *brainstorming* cukup sederhana:

- a. Catat semua ide yang dihasilkan. Tunjuk salah seorang sebagai sekretaris yang mencatat.
- b. Munculkan sebanyak mungkin ide dan ungkapkan ide tersebut.
- c. Jangan perbolehkan evaluasi sebuah ide, hanya munculkan saja. Hal ini sangat penting. Hindarkan koreksi karena hal ini menghambat energi kreatif.

Dalam menggunakan metode ini, biasanya dimulai dengan lontaran ide-ide yang jelas, yang kemudian berangsur melambat. Dalam sebuah kelompok, ide yang muncul dari salah satu anggota akan memicu munculnya ide dari anggota yang lain. Sesi ini dianjurkan paling banyak 3 periode saja agar suasana tetap cair dan nyaman.

2.1.6 Metode 6– 3– 5

Kekurangan dari *brainstorming* adalah pelaksanaannya bisa didominasi oleh seorang atau beberapa anggota kelompok. Metode 6 – 3 – 5 “memaksa” partisipasi yang setara pada semua anggota tim. Untuk melaksanakan metode 6 – 3–5, susun anggota tim mengelilingi meja. Jumlah partisipan optimal adalah 6 diambil dari nama metode. Dalam prakteknya, metode ini bisa dilaksanakan dengan sedikitnya 3 partisipan atau paling banyak 8, masing-masing partisipan mengambil selembar kertas kosong dan membagi ke dalam 3 kolom. Kemudian, masing-masing anggota tim menuliskan 3 ide yang mereka tawarkan untuk menyelesaikan problem (sistem,

fungsi, kendala teknis, dan lain-lain) yang sedang dibahas, masing-masing di bagian paling atas kolom. Angka 3 ini mewakili 3 pada nama metode. Ide-ide itu ditulis sejelas mungkin sehingga anggota tim yang lain dapat mengerti aspek pentingnya.

Setelah 5 menit bekerja pada konsep, lembar kertas diserahkan kepada anggota tim yang lain. Waktunya adalah “5” menit sesuai dengan nama metode ini. Sehingga anggota yang lain punya waktu 5 menit untuk menuliskan 3 idenya pada kertas. Setelah semua anggota telah mendapat gilirannya, maka tim mulai membahas ide tersebut dan mencari hasil yang paling baik. Barangkali dalam model seperti ini tidak akan ada percakapan sampai akhir sesi.

2.1.7 Analogy

Menggunakan analogi bisa menjadi bantuan yang berguna dalam mengembangkan konsep. Cara terbaik dalam berpikir secara analogi adalah dengan mempertimbangkan kebutuhan fungsi dan kemudian bertanya, “apa yang dapat menyediakan fungsi seperti ini?”. Sebuah benda yang menyediakan fungsi yang serupa boleh jadi memicu ide-ide bagi sebuah konsep. Sebagai contoh, bentuk ikan paus yang *streamline* dan aerodinamis serta mampu bertahan di kedalaman laut dalam, diadaptasikan pada kapal selam yang karakteristik kerja dan fungsinya mirip dengan ikan paus [5].

Analogi seperti di atas ini sangat populer dengan istilah *biomimetik*. Yaitu upaya pencerahan desain dengan mengamati desain yang ada pada makhluk hidup. Hal ini berjalan dengan aksioma bahwa Tuhan menyediakan desain yang luar biasa pada setiap makhluk hidup, sesuai dengan alam dan karakteristik lingkungannya. Sebagai contoh lain adalah konstruksi hexagonal atau yang kita kenal dengan konstruksi sarang lebah. Atau juga helikopter yang dapat mengapung di udara meminjam sebagian desain bentuknya kepada capung [5]. Analogi juga bisa menuntun ke ide-ide yang buruk. Berabad-abad manusia menyaksikan burung terbang dengan mengepak-gepakkan sayapnya. Analoginya mengepaskan sayap dapat mengangkat burung, sehingga mengepaskan sayap dapat juga mengangkat manusia. Hal itu (terbang) tidak pernah terwujud sampai manusia mulai bereksperimen dengan sayap tetap (*fixed-wing*). Pengalaman terbang manusia benar-

benar terwujud ketika pada awal 1900-an Wright bersaudara memulai menguji dan membuat pesawat dengan fokus pada memecahkan problem terhadap empat masalah utama yang diselesaikan secara terpisah yaitu: daya angkat, stabilitas, kontrol, dan propulsi (daya-dorong) [5].

2.1.8 Ekstrem dan inverse

Ini adalah metode informal dan sederhana, yaitu mengubah bentuk konsep yang ada ke dalam konsep yang lain dengan memperlakukannya dalam bentuk ekstrim atau kebalikannya. Berikut ini dijelaskan bagaimana melakukannya:

- a. Buat dalam dimensi sangat pendek atau sangat panjang. Berpikirlah apa yang terjadi jika dimensinya menjadi nol atau bahkan tak terbatas. Coba dengan berbagai dimensi.
- b. Cobalah meletakkan posisi yang seharusnya berada di dalam diletakkan di luar. Atau sebaliknya.
- c. Coba buat sesuatu yang seharusnya kaku menjadi lentur atau sebaliknya.

2.1.9 Metode Morfologi

Teknik yang disajikan di sini menggunakan identifikasi fungsi untuk membantu pengembangan ide. Ini adalah metode yang sangat berguna yang digunakan secara formal, sebagaimana yang disajikan di buku-buku atau informal dalam penggunaannya sehari-hari. Metode ini terdiri dari dua langkah. Langkah pertama adalah menciptakan sebanyak mungkin ide dan menggabungkan ide-ide itu ke dalam konsep yang memenuhi kebutuhan fungsi. Langkah yang kedua adalah mengkombinasikan konsep-konsep terpisah itu menjadi satu konsep keseluruhan yang memenuhi semua fungsi yang diinginkan. Pengetahuan (*Know How*) seorang insinyur desain dan kreatifitasnya sangat penting di sini, sebagaimana konsep yang dikembangkan akan menentukan proses evolusi produk sampai siap produksi.

Langkah 1

Tujuan langkah pertama adalah untuk memunculkan sebanyak mungkin konsep untuk setiap fungsi yang teridentifikasi. Adalah sebuah ide yang bagus untuk menjaga konsep sebagai abstrak. Ada baiknya kita mengikuti kata bijak berikut “*It’s*

hard to make a good product out of a poor concept". Maksudnya adalah, output yang baik sangat tergantung dengan bagaimana konsep dibuat. Semakin baik konsep yang dibuat, maka semakin besar pula peluang kesuksesan produk yang dihasilkan. Oleh karena itu konsep haruslah matang [5].

Langkah 2

Hasil dari langkah pertama adalah sebuah daftar konsep yang dikembangkan untuk setiap fungsi. Sekarang kita perlu untuk mengkombinasikan konsep-konsep terpisah ke dalam suatu konsep desain yang utuh. Metode ini untuk memilih salah satu konsep pada setiap fungsi dan mengkombinasikannya ke dalam satu desain. Meskipun konsep yang dikembangkan pada tahap ini masih dalam bentuk abstrak, inilah saatnya sketsa desain mulai berdaya guna. Sekarang desain yang masih berupa sket dan tekstual dimanifestasikan dalam gambar. Ada beberapa hal kenapa gambar menjadi penting sampai tahap ini:

- a. Kita bisa mengingat dan memahami fungsi dari bentuknya.
- b. Satu-satunya cara mendesain objek dengan segala kompleksitasnya adalah dengan menggunakan sketsa untuk menambah memori jangka pendek.
- c. Sketsa yang dibuat dalam buku catatan desain menyediakan catatan pengembangan konsep dan produk.

Meskipun metode morfologi ini kelihatan sederhana, teknik ini benar-benar digunakan oleh para profesional desain dalam perancangan mereka. Satu fitur yang dipakai oleh industri adalah metode ini dapat digunakan untuk menyimpan latar belakang penggunaan suatu fungsi untuk pengembangan produk ke depan. Metode morfologi dapat menentukan alternatif konsep produk terbanyak dibandingkan dengan metode-metode lainnya, karena itu kan dibahas dengan lebih mendalam. Untuk keperluan pembahasan metode morfologi diperlukan pengertian dan definisi fungsi, sistem fungsi dan struktur fungsi produk.

2.1.10 Metode logika

Pada 1990-an, ada dua metode logika yang dikembangkan. Yang pertama dari dua metode itu TRIZ, dikembangkan di Uni Sovyet mulai tahun 1950-an sampai saat ini berdasarkan penemuan pola pada pematenan ide. Akibat kebijakan tirai besi Uni

Sovyet, TRIZ baru dapat dipublikasikan ke dunia barat ketika mulai dibukanya hubungan antara blok Barat dan blok Timur (sebagai akibat dari runtuhnya Uni-Sovyet) yaitu pada awal tahun 1990. TRIZ adalah suatu kumpulan metode yang rumit yang membutuhkan studi yang khusus pula.

Berikut adalah selang pandang mengenai teori itu.

2.1.11 The Theory of Inventive Machine (TRIZ)

TRIZ (diucapkan trees) adalah akronim dari bahasa Rusia: *Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch* (The Theory of Inventive Machine). TRIZ disusun berdasarkan pada ide bahwa banyak masalah teknis mendasar yang dihadapi para insinyur sebenarnya sudah pernah dipecahkan bahkan pada industri yang benar-benar berbeda, dalam situasi yang benar-benar berbeda, yang menggunakan teknologi yang berbeda. Teorinya adalah dengan TRIZ kita akan berinovasi secara sistematis, kita tak perlu menunggu “ilham” dengan menggunakan *trial and error*. Para praktisi TRIZ memiliki rating pengembangan produk baru yang tinggi, juga ide-ide yang dipatenkan tentunya. Untuk memahami TRIZ dengan baik, ada baiknya kita ketahui sejarah yang melatarbelakanginya.

Metode ini pertama kali dikembangkan oleh Genrikh (atau Henry) Altshuller, seorang insinyur teknik mesin, penemu, dan investigator hak paten angkatan laut Uni Sovyet (sekarang Rusia). Setelah Perang Dunia ke II, Altshuller diberi tugas oleh pemerintah Uni Sovyet untuk studi mengenai hak paten di seluruh dunia dan mencari strategi teknologi bagi Uni Soviet mengenai hal itu. Ia mencatat bahwa beberapa prinsip yang sama telah digunakan berkali-kali oleh industri yang sama sekali berbeda (sering kali terpaut bertahun-tahun) untuk memecahkan masalah yang sama [5].

Altshuller menyusun ide bahwa penemuan bisa diorganisasikan, dan dikumpulkan berdasarkan fungsi daripada sistem index yang lazim pada saat itu. Dari temuannya itu, Altshuller mulai mengembangkan basis pengetahuan lanjutan, yang mengandung banyak sekali temuan bidang fisika, kimia, dan efek geometri bersamaan dengan dasar-dasar keteknikan, fenomena dan pola evolusi penemuan

ilmiah. Sejak 1950-an, dia telah menerbitkan banyak buku dan artikel keteknikan dan mengajarkan TRIZ kepada ribuan pelajar Uni Sovyet.

Studi pendahuluan Altshuller pada akhir 1940-an berkisar pada 400.000 paten. Hari ini jumlah paten yang dikumpulkan mencapai 2,5 juta paten. Data yang sekian banyak telah menuntun beragam metode TRIZ. Secara umum, Altshuller mengelompokkan pemecahan permasalahan yang ada pada literatur paten ke dalam lima level:

- a. Level 1: Solusi desain yang rutin melalui metode yang telah diketahui pada permasalahan khusus. Kategori ini mencakup 30 persen dari total.
- b. Level 2: Koreksi minor pada sistem yang sudah ada dengan menggunakan metode yang telah ada di dalam industri. Mencakup 45 persen dari total.
- c. Level 3: Perbaikan yang bersifat fundamental terhadap sistem yang sudah ada yang menyelesaikan kontradiksi di industri 20 persen dari total. Di sinilah proses desain kreatif terjadi.
- d. Level 4: Solusi berdasarkan aplikasi prinsip ilmiah yang baru untuk menjalankan fungsi utama desain 4 persen dari total.
- e. Level 5: Penemuan pioner berbasis penemuan teknologi baru. Kurang dari 1 persen.

TRIZ ditujukan untuk memperbaiki *design concepts* pada level 3 dan 4, dimana aplikasi langsung benda teknik praktis, tidak menghasilkan hasil akhir yang diinginkan. Teknik kontradiksi konvensional mampu memecahkan masalah trade-off, akan tetapi TRIZ bertujuan menghapus kebutuhan terhadap kompromi. Karena TRIZ lebih terstruktur dari brainstorming dan teknik kreatif lainnya, TRIZ mulai dapat diterima dan dipelajari di Amerika Serikat.

Pada metode TRIZ, semua permasalahan dibagi ke *mini-problem* dan *maxi problem*. *Mini-problem* terjadi ketika kekurangan berusaha diperbaiki atau dihilangkan tetapi sistem tetap tidak berubah. *Maxi-problem* adalah problem yang timbul ketika sistem yang baru ditemukan berdasarkan prinsip fungsi yang baru. *System conflict* atau kontradiksi terjadi ketika usaha untuk memperbaiki beberapa atribut sistem membawa ke arah yang lebih buruk pada sistem yang lain. Konflik yang biasa terjadi adalah *reliability vs complexity*, *productivity vs accuracy*, *strength*

vs ductility, dan lain-lain [6]. TRIZ berusaha menggunakan solusi kreatif untuk menanggulangi konflik pada sistem. Untuk menyelesaikan konflik itu, Altshuller menyusun 40 prinsip TRIZ sebagai berikut.

Tabel 2.1. Prinsip-prinsip metode TRIZ [5].

<i>No</i>	<i>Principles</i>	<i>No</i>	<i>Principles</i>
1	<i>Segmentation</i>	21	<i>Rushing through</i>
2	<i>Extraction</i>	22	<i>Convert harm into benefit</i>
3	<i>Local quality</i>	23	<i>Feedback</i>
4	<i>Asymmetry</i>	24	<i>Mediator</i>
5	<i>Combining</i>	25	<i>Self-service</i>
6	<i>Universality</i>	26	<i>Copying</i>
7	<i>Nesting</i>	27	<i>An inexpensive short ived object</i>
8	<i>Counterweight</i>	28	<i>Replacement of a mechanical system</i>
9	<i>Prior counteraction</i>	29	<i>Use of a pneumatic or hydraulic construction</i>
10	<i>Prior action</i>	30	<i>Flexible film or him membrane</i>
11	<i>Cushion in advance</i>	31	<i>Use of porous material</i>
12	<i>Equipotentiality</i>	32	<i>Change the color</i>
13	<i>Inversion</i>	33	<i>Homogeneity</i>
14	<i>Spheroidality</i>	34	<i>Rejecting and regenerating parts</i>
15	<i>Dynamicity</i>	35	<i>Transformation of physical an chemical states</i>
16	<i>Partial or overone action</i>	36	<i>Phase transition</i>
17	<i>Moving to a new dimension</i>	37	<i>Thermal expansion</i>
18	<i>Mechanical vibration</i>	38	<i>Use strong oxidizers</i>
19	<i>Periodic action</i>	39	<i>Inert environment</i>
20	<i>Continuity of usefull action</i>	40	<i>Composite materials</i>

Tabel 2.2. Parameter-parameter pada metode TRIZ [5].

No	Principles	No	Principles
1	Weight of moving object	21	Power
2	Weight of nonmoving object	22	Waste of energy
3	Length of moving object	23	Waste of substance
4	Length of nonmoving object	24	Loss of information
5	Area of moving object	25	Waste of time
6	Area of nonmoving object	26	Amount of substance
7	Volume of moving object	27	Reliability
8	Volume of nonmoving object	28	Accuracy of measurement
9	Speed	29	Accuracy of manufacturing
10	Force	30	Harmful factor acting an object
11	Tension, pressure	31	Harmful side effect
12	Shape	32	Manufacturability
13	Stability of object	33	Convenience of use
14	Strength	34	Repairability
15	Durability of moving object	35	Adaptability
16	Durability of nonmoving object	36	Complexity of device
17	Temperature	37	Complexity of control
18	Brighness	38	Level of automation
19	Energy spent by moving object	39	Productivity
20	Energy spent by nonmoving object		

Ada dua tipe kontradiksi pada metode TRIZ, yaitu *physical contradiction* dan *technical contradiction*. Berikut ini adalah contoh cara menyelesaikan kontradiksi menggunakan metode TRIZ [6]

Contoh permasalahan [6]:

“Sebuah pipa logam digunakan secara pneumatik untuk menghantarkan bijih plastik. Perubahan pada proses produksi menuntut penggunaan serbuk logam sekarang digunakan bersamaan dengan bijih plastik di dalam pipa logam. Serbuk logam yang keras menyebabkan gesekan yang menimbulkan erosi pada dinding dalam pipa pada siku yang bersudut 90°. Solusi konvensional pada masalah ini adalah dengan melibatkan penggunaan campuran logam anti gesek dan anti abrasi pada siku pipa, menyediakan siku yang bisa dilepas ketika siku sudah rusak, atau mendesain ulang bentuk siku. Namun solusi diatas memerlukan tambahan biaya sehingga solusi lain harus dicari”.

Pertama kita harus berpikir tentang fungsi yang disediakan oleh siku. Fungsi utamanya adalah untuk mengubah arah dari aliran partikel logam. Kita ingin meningkatkan kecepatan dimana partikel logam dihantarkan, dan pada waktu yang

sama mengurangi kebutuhan energi. Kebutuhan pertama melibatkan parameter 9 dan kebutuhan kedua melibatkan parameter 19.

Bila kita berpikir mengenai menambah kecepatan partikel, kita dapat membayangkan bahwa parameter lain pada sistem akan terganggu pada secara negatif. Sebagai contoh menambah kecepatan menambah gaya yang mana partikel menghantam dinding dalam siku pipa, dan menambah erosi. Hal ini dan parameter lainnya yang terganggu ditampilkan dibawah ini:

Tabel 2.3. Improving speed (parameter 9).

<i>Degraded parameter</i>	<i>Parameter number</i>	<i>Inventive principled used</i>
<i>Force</i>	10	13, 28, 15, 19
<i>Durability</i>	15	8, 3, 26, 14
<i>Temperature</i>	17	28, 30, 36, 2
<i>Energy</i>	19	8, 15, 35, 38
<i>Loss of matter</i>	23	10, 13, 28, 38
<i>Quantity of substance</i>	26	10, 19, 29, 38

Tabel 2.4. Improving energy (parameter 19).

<i>Degraded parameter</i>	<i>Parameter number</i>	<i>Inventive principled used</i>
<i>Convenient use</i>	33	28, 35, 30
<i>Loss of time</i>	25	15, 17, 13, 16

Frekuensi yang dihitung dari prinsip inventive yang disarankan adalah prinsip 28 “*Replacement of a Mechanical System*” muncul sebanyak 4 kali. Untuk prinsip yang lain beserta frekuensi kemunculannya 13 (3), 15 (3), dan 38 (3). Deskripsi dari prinsip ke 28 adalah:

- a. Mengganti sistem mekanis dengan bersifat optik, akustik, atau bau.
- b. Menggunakan alat elektrik, magnetik, medan elektromagnetik, untuk interaksi dengan objek.
- c. Mengganti wilayah. Contohnya (1) statis diganti menjadi rotasi, (2) tetap diganti menjadi random.
- d. Gunakan wilayah yang berkonjungsi dengan partikel ferromagnetik.

Prinsip 28b menyarankan solusi kreatif dengan mengganti magnet pada siku untuk menarik dan menahan lapisan tipis serbuk logam yang akan mengarahkan gerak sesuai profil siku yang bersudut 900 dan juga menghindari erosi pada dinding

dalam siku. Solusi ini akan berhasil hanya jika partikel logam itu bersifat ferromagnetik sehingga bisa dipengaruhi oleh medan magnet.

2.2 Ergonomi

Ergonomi sebenarnya berasal dari kata Yunani yaitu *ergo* yang berarti kerja dan *nomos* yang berarti hukum. Dengan demikian ergonomi dimaksudkan sebagai disiplin keilmuan yang mempelajari manusia dalam kaitannya dengan pekerjaannya. Istilah ergonomi lebih populer digunakan oleh negara eropa barat. Di amerika istilah ini lebih dikenal sebagai human factor engineering atau human engineering. Disiplin ergonomi secara khusus akan mempelajari keterbatasan dari kemampuan manusia dalam berinteraksi dengan teknologi dan produk-produk buaatannya.

Disiplin ini berangkat dari kenyataan bahwa manusia memiliki batas- batas kemampuan baik jangka pendek maupun jangka panjang pada saat berhadapan dengan keadaan lingkungan sistem kerjanya yang berupa perangkat keras / hardware (mesin, peralatan kerja, dan lain lain) atau perangkat lunak / software (metode kerja, sistem dan lain-lain). Dengan demikian terlihat jelas bahwa ergonomi adalah suatu keilmuan yang multi disiplin, karena dsini akan mempelajari pengetahuan-pengetahuan dari ilmu kehayatan (biologi,kedokteran), ilmu kejiwaan (psikologi) dan kemasayarakatan (sosiologi). Pada prinsipnya disiplin ergonomi akan mempelajari apa akibat-akibat jasamani, kejiwaan, dan sosial dari teknologi dan produk-produknya terhadapnya manusia melalui pengetahuan-pengetahuan tersebut pada jenjang mikro maupun makro. Karena yang dipelajari adalah akibat-akibat (dampak) dari teknologi dan produk-produknya, maka pengetahuan yang khusus dipelajari akan berkaitan dengan teknologi seperti biomekanika, anthropometri teknik, teknologi produksi, lingkungan fisik (temperatur, pencahayaan,dsb) dan lain-lain. Maksud dan tujuan disiplin ergonomi adalah mendapatkan suatu pengetahuan yang utuh tentang permasalahan-permasalahan interaksi manusia dengan teknologi dan produk produknya, sehingga dimungkinkan adanya suatu rancangan sistem manusia-manusia (teknologi) yang optimal. Dengan demikian disiplin ergonomi melihat permasalahan interaksi tersebut sebagai suatu sistem dengan pemecahan-pemecahan masalahnya melalui proses pendekatan sistem.

Human Engineering atau sering pula disebut sebagai ergonomi didefinisikan sebagai perancangan man machine interface sehingga pekerja dan mesin berfungsi lebih efektif dan efisien sebagai sistem manusia mesin yang terpadu. Disiplin ini akan mencoba membawa kearah proses perancangan mesin yang tidak saja memiliki kemampuan produksi lagi yang lebih canggih lagi, melainkan juga memperhatikan aspek-aspek yang berkaitan dengan kemampuan dan keterbatasan manusia yang mengoperasikan mesin tersebut. Tujuan pokoknya adalah terciptanya desain sistem manusia mesin yang terpadu sehingga efektifitas dan efisiensi kerja bisa tercapai secara optimal.

Disiplin ilmu ergonomi banyak diaplikasikan dalam berbagai proses perancangan produk (*man made object*) ataupun operasi kerja sehari-harinya. Demikian juga dalam sebuah stasiun kerja, semua fasilitas kerja seperti peralatan, material dan lain-lain haruslah diletakkan didepan dan berdekatan (jarak jangkauan normal) dengan posisi operator kerja. Hal ini sesuai dengan prinsip-prinsip ergonomi gerakan. Dengan mengaplikasikan aspek-aspek ergonomi dapat dirancang sebuah stasiun kerja yang dapat dioperasikan oleh rata-rata manusia. Disiplin ergonomi khususnya yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia (*anthropometri*), telah menganalisa, mengevaluasi dan mebakukan jarak jangkau yang memungkinkan manusia untuk melakukan kegiatannya dengan mudah dan gerakan-gerakan sederhana. Disiplin ilmu ergonomi memiliki beberapa ruang lingkup antar lain: *anthropometri, biomechanics, mechanical engineering, industrial engineering, kinesiology, physiology*.

Dalam ilmu ergonomi terdapat lima aspek penting yaitu: *safety, comfort, ease of use, productivity/performance, dan aesthetic*. Berdasarkan aspek ergonomi tersebut akan diberikan contoh suatu produk akan memberikan manfaat untuk mendesain ulang berdasarkan prinsip ergonomi.

a. *Safety*

Prinsip ergonomi ini menerapkan dari sisi keselamatan, sebagai contoh: botol obat. Pada botol obat tersebut dibuat dengan tulisan yang lebih tebal atau berwarna ini ditunjukkan agar para penderita gangguan mata dapat lebih mudah dalam melihat

takaran obat, sebagai contoh kadar dosis, cara pemakaian, cara penyimpanan dan lain-lain.

b. *Comfort*

Kenyamanan pada saat menggunakan suatu produk ditekankan pada prinsip ergonomi. Tujuannya adalah agar para pengguna dapat nyaman menggunakan produk tersebut. Contoh: perancangan pada pegangan tang yang nyaman.

c. *Ease of use*

Suatu produk juga diharuskan agar dapat mudah digunakan, sehingga para konsumen tidak perlu membaca cara pakai produk tersebut tetapi secara otomatis konsumen dapat menggunakan produk tersebut.

d. *Productivity /performance*

Salah satu contoh yang dapat dilihat dalam aspek ini adalah voicemail, dimana para konsumen tidak harus menunggu instruksi ditelepon, dengan salah satu aspek ini voicemail dirancang agar lebih cepat dan instruksi dapat dilewatkan.

e. *Aesthetic*

Pada aspek ini tampilan dari suatu produk sangat ditonjolkan dimana para konsumen dapat menyukai suatu produk dengan hanya melihat sekali saja [7].

2.3 Penelitian tempat tidur rumah sakit dan desain alat kramas sebelumnya

Pada subbab ini, penulis akan menampilkan beberapa desain yang telah dirancang yang memiliki fungsi sebagai alat untuk mengkeramasi pasien. Penulis agak kesulitan untuk menemukan topik desain semacam ini karena sepanjang penelusuran penulis di internet dan pustaka, penulis hanya menemukan dua desain saja yang sesuai dengan fungsi mengkeramasi pasien. Berikut ini adalah desain alat keramas hasil dalam penelusuran penulis.

2.3.1 Alat keramas salon

Desain yang penulis angkat subbab ini adalah desain kursi keramas salon yang dibuat oleh pabrik di kota Surabaya. Penulis memperoleh informasi ini dari seorang pegawai salon di kota Semarang. Dengan mengadopsi prinsip kerja dari kursi keramas salon yang selama ini sudah diaplikasikan sebagai alat keramas disalon

maka penulis terinspirasi untuk membuat alat keramas yang bisa diaplikasikan dirumah sakit. Berikut ini penulis tampilkan salah satu gambar kursi keramas yang biasa dipakai disalon.



Gambar 2.4. Kursi keramas salon.

2.3.2 Tempat tidur rumah sakit

Tempat tidur rumah sakit dalam hal ini mempunyai peranan yang sangat penting karena tempat tidur rumah sakit merupakan salah satu obyek yang diteliti yang nantinya akan menjadi parameter dalam pembuatan desain alat keramas yang akan penulis buat. Penulis memperoleh informasi data dan foto tempat tidur pasien dari rumah sakit dr. Oen Solo. Berikut ini gambar tempat tidur rumah sakit yang penulis dapatkan dari rumah sakit dr.Oen Solo.

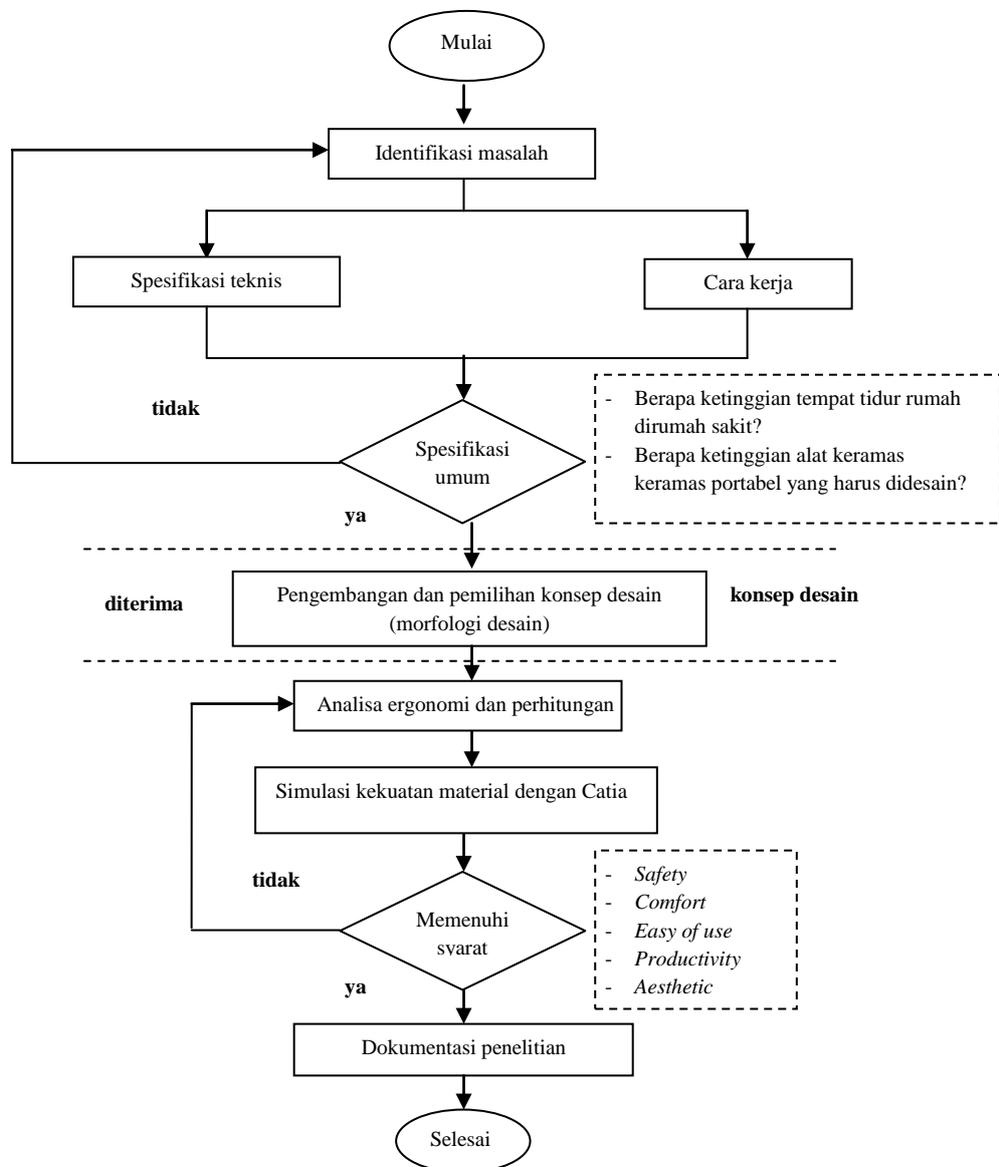


Gambar 2.5. Tempat tidur pasien di rumah sakit dr. Oen Solo.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian terdiri dari langkah-langkah yang sistematis sehingga mempermudah dalam proses kerja dan berpikir. Dalam sebuah penelitian dibutuhkan sebuah metode untuk memperkecil kesalahan dalam pengambilan keputusan. Berikut adalah metodologi penelitian yang digunakan:



Gambar 3.1. Diagram alir metodologi penelitian.

Tahap demi tahap pada diagram alir pembahasan diatas akan dijelaskan pada bab berikut ini:

3.1 Identifikasi masalah

Pada tahap awal penelitian ini, dipaparkan latar belakang masalah penulisan tugas akhir. Disamping itu, pengamatan peneliti terhadap permasalahan yang timbul selama penelitian dicatat dan didokumentasikan sebagai data mentah untuk proses perancangan produk. Beberapa atribut dari objek yang diteliti akan dipecah menjadi dua bagian.

3.1.1 Spesifikasi teknis

Untuk memperoleh konsep desain produk mesin keramas, maka spesifikasi teknis objek (dalam hal ini tempat tidur rumah sakit sebagai objek penelitian) harus diketahui. Spesifikasi teknis di sini adalah tinggi, lebar, dan semua atribut geometri yang dirasa perlu.

3.1.2 Cara kerja

Cara kerja yang dimaksud adalah sistem gerak benda. Karena paling tidak akan ada gerakan mendorong ke tempat rumah sakit dan juga gerakan pengoperasian alat, maka konsep rancangan haruslah memuat dua sistem gerakan tersebut.

3.2 Morfologi desain

Metode morfologi akan menjadi metode konsep yang digunakan pada penelitian ini. Metode ini secara sederhana terdiri dari dua langkah utama:

Langkah 1

Tujuan langkah pertama adalah untuk memunculkan sebanyak mungkin konsep untuk setiap fungsi yang teridentifikasi. Adalah sebuah ide yang bagus untuk menjaga konsep sebagai abstrak. Ada baiknya kita mengikuti kata bijak berikut "*It's hard to make a good product out of a poor concept*". Maksudnya adalah output yang baik sangat tergantung dengan bagaimana konsep dibuat. Semakin baik konsep yang

dibuat, maka semakin besar pula peluang kesuksesan produk yang dihasilkan. Oleh karena itu konsep haruslah matang [5].

Langkah 2

Hasil dari langkah pertama adalah sebuah daftar konsep yang dikembangkan untuk setiap fungsi. Sekarang kita perlu untuk mengkombinasikan konsep-konsep terpisah ke dalam suatu konsep desain yang utuh. Metode ini untuk memilih salah satu konsep pada setiap fungsi dan mengkombinasikannya ke dalam satu desain. Meskipun konsep yang dikembangkan pada tahap ini masih dalam bentuk abstrak, inilah saatnya sketsa desain mulai berdaya guna. Sekarang desain yang masih berupa sket dan tekstual dimanifestasikan dalam gambar. Ada beberapa hal kenapa gambar menjadi penting sampai tahap ini:

- a. Kita bisa mengingat dan memahami fungsi dari bentuknya.
- b. Satu-satunya cara mendesain objek dengan segala kompleksitasnya adalah dengan menggunakan sketsa untuk menambah memori jangka pendek.
- c. Sketsa yang dibuat dalam buku catatan desain menyediakan catatan pengembangan konsep dan produk.

Meskipun metode morfologi ini kelihatan sederhana, teknik ini benar-benar digunakan oleh para profesional desain dalam perancangan mereka. Satu fitur yang dipakai oleh industri adalah metode ini dapat digunakan untuk menyimpan latar belakang penggunaan suatu fungsi untuk pengembangan produk ke depan. Setelah mendapatkan karakter desain pada tahap konsep, pengembangan rancangan seterusnya mengacu pada detail desain dan proses perancangan produk.

3.3 Analisa dan perhitungan

Sampai tahap ini, proses tugas akhir sudah pada tahap pengolahan data. Analisa ergonomi dan perhitungan massa benda, penentuan komponen mekanis yang digunakan, serta pembentukan solid model dengan bantuan CAD, menjadi kerangka utamanya. Keseluruhan detail rancangan akan dipaparkan pada lembar gambar teknis. Mulai dari komponen penyusun, sampai detail ukuran dan bentuk.

3.4 Simulasi kekuatan material dengan software catia

Penggunaan *software* CAD memberikan kemudahan dalam memodelkan dan menganalisa kekuatan dari material yang sudah ditentukan, karena rancangan cukup di gambar sesuai ukuran pada rancangan yang sudah dibuat, kemudian di render ke dalam bentuk *solid*. Tentunya kalau ada kesalahan dapat segera diperbaiki tanpa harus ada konsekuensi biaya dan material terbuang.

3.6 Dokumentasi penelitian

Setelah semua proses perancangan mencapai tahap akhir, maka tugas berikutnya adalah pendokumentasian hasil penelitian. Mulai dari konsep, sampai perhitungan teknisnya dikumpulkan dalam satu bentuk laporan ilmiah tugas akhir.

3.7 Selesai

Proses dokumentasi selesai dan siap untuk dipertanggungjawabkan secara ilmiah pada seminar hasil.