

BAB III

DESAIN PENGEMBANGAN PRODUK

3.1 STUDI LITERATUR

Inkubator transportasi adalah selungkup diperuntukkan bagi bayi, memiliki bagian transparan untuk dapat melihat bayi, dilengkapi dengan alat pengontrol lingkungan bayi terutama suhu, menggunakan udara yang dipanaskan, dan memenuhi keselamatan pengangkutan bayi. Inkubator transportasi ini harus dapat dengan mudah dimasukkan ke mobil ambulans ataupun dikeluarkan dari ambulans. Inkubator transportasi ini dapat dioperasikan dari satu tempat ke tempat lainnya atau dari rumah sakit ke tempat pasien dan sebaliknya.

3.2. KONSEP PENGEMBANGAN PRODUK

Dari berbagai alat kesehatan yang digunakan di Indonesia, belum ada penggunaan inkubator transportasi bayi di rumah sakit-rumah sakit, karena harganya mahal. Dalam penelitian ini, penulis mencoba mendisain *hood* dan *bed* untuk inkubator transportasi yang handal, ringan, aman, murah dan dapat diproduksi di Indonesia.

Adapun tahapan pada perancangan dan pengembangan produk inkubator transportasi ini adalah sebagai berikut:

a. Pernyataan Misi

Langkah pendahuluan dalam penelitian ini merupakan uraian tentang inkubator transportasi dan peluang yang dituangkan dalam bentuk pernyataan misi berikut ini:

Tabel 3.1. Pernyataan Misi.

Pernyataan Misi : Hood dan bed untuk inkubator transportasi	
Uraian Produk:	<ul style="list-style-type: none">• Hood dan bed untuk inkubator transportasi yang handal, ringan, aman, murah dan dapat diproduksi di dalam negeri.
Sasaran Bisnis Utama	<ul style="list-style-type: none">• Produk diperkenalkan pada akhir tahun 2008• Memasukkan pasar inkubator transportasi
Pasar Utama	<ul style="list-style-type: none">• Rumah Sakit Umum milik Pemerintah• Pelayanan kesehatan dan <i>Rescue</i>
Pasar Kedua	<ul style="list-style-type: none">• Rumah sakit dan klinik swasta
Asumsi	<ul style="list-style-type: none">• Produk sesuai standar SNI 16-4942-1998• Produk yang handal, ringan, aman dan murah• Dapat diproduksi lokal
Stakeholder	<ul style="list-style-type: none">• Pembeli dan pengguna• Distributor dan penjual• Manufacturer• Departemen kesehatan / rumah sakit

Sumber : Karl T. Ulrich, Perancangan dan Pengembangan Produk

b. Identifikasi Kebutuhan Konsumen

Sasaran dalam identifikasi konsumen ini adalah untuk memahami kebutuhan konsumen dan mengkonfirmasikannya kepada tim pengembang. Meskipun ketersediaan dan pemakaian inkubator transportasi masih sangat sedikit, namun survei tetap dilaksanakan untuk memperoleh pernyataan konsumen (lihat lampiran). Adapun beberapa pernyataan dari konsumen yang diperoleh adalah lubang tangan pada inkubator hampir sama sekali tidak diperlukan. Petugas medis yang turut serta dalam mobil ambulans selama perjalanan itu merupakan perawat yang telah diberikan pelatihan (72%). Adapun pelayanan medis yang diberikan bila kondisi yang tidak diinginkan terjadi pada bayi, itu hanya berupa pemberian oksigen dan infuse (66,67%). Hal ini akan lebih baik jika ambulans cepat sampai ke rumah sakit yang dituju.

Daftar Hierarki Kebutuhan

Data pernyataan pelanggan diolah menjadi daftar interpretasi kebutuhan pelanggan. Jumlah kebutuhan yang cukup banyak ini akan menyulitkan dalam pengembangan selanjutnya. Oleh karena itu, daftar kebutuhan ini dikelompokkan menjadi beberapa *hierarki*, yaitu menjadi beberapa kebutuhan primer. Kebutuhan primer ini bisa jadi mempunyai beberapa kebutuhan sekunder. Pada kasus ini, terdapat 7 kebutuhan primer dan 5 kebutuhan sekunder:

Tabel 3.2. Daftar Hierarki Kebutuhan

<i>Hood</i>	
**	Bentuk dan ukuran hood sederhana
***	Dapat dilihat dari luar ke dalam ruang inkubator
***	Buka dan tutup pintu yang mudah dan cepat
***	Mudah memasukkan dan mengeluarkan bayi
***	Ringan dan mudah dibersihkan
**	Dapat memasukkan selang oksigen
**	Dapat memasukkan selang infus
<i>Bed</i>	
**	Bentuk dan ukuran bed sederhana
***	Mudah menjangkau bayi
***	Stabil
**	Ringan
***	Aman dan nyaman

Sumber : Karl T. Ulrich, Perancangan dan Pengembangan Produk

Penetapan Kepentingan Relatif Tiap Kebutuhan

Tingkat kepentingan relatif harus ditetapkan dan sumber daya dialokasikan sesuai dengan disain produk. Bobot nilai kepentingan kebutuhan ini diketahui dengan menggunakan pendekatan survei terhadap pengguna atau pelanggan, karena dapat merespon langsung secara eksplisit terhadap kebutuhan yang *signifikan*.

Tabel 3.3. Tingkat Kepentingan Relatif

Pernyataan Kebutuhan	Bobot
<i>Hood</i>	
Bentuk dan ukuran hood sederhana	4
Dapat dilihat dari luar ke dalam ruang inkubator	5
Buka dan tutup pintu yang mudah dan cepat	5
Mudah memasukkan dan mengeluarkan bayi	5
Ringan dan mudah dibersihkan	4
Dapat memasukkan selang oksigen	4
Dapat memasukkan selang infus	4
<i>Bed</i>	
Bentuk dan ukuran bed sederhana	4
Mudah menjangkau bayi	5
Stabil	5
Ringan	4
Aman dan nyaman	5

Sumber : Karl T. Ulrich, Perancangan dan Pengembangan Produk

Keterangan: 1 merupakan skala terkecil dan 5 adalah skala terbesar.

c. Spesifikasi Produk

Spesifikasi produk merupakan penjelasan produk tentang hal-hal yang harus dilakukan oleh sebuah produk. Istilah lain dari spesifikasi produk adalah kebutuhan produk dari sebuah produk atau karakteristik *engineering*. Dari hasil survei dan wawancara konsumen/pelanggan yang dilakukan di rumah sakit, didapat bahwa hampir semua responden menginginkan inkubator transportasi yang aman, handal dan murah.

Berikut daftar metrik untuk *hood* dan *bed* pada inkubator transportasi.

Matriks kebutuhan-metrik memperlihatkan hubungan antara kebutuhan dan metric. Matriks ini merupakan elemen kunci dalam pengembangan fungsi kualitas. Matriks ini menjelaskan pemetaan hubungan antara kebutuhan dan metric.

Tabel 3.5. Matriks Kebutuhan-Metrik dari Inkubator Transportasi.

Kebutuhan		Metrik															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Bentuk dan ukuran hood sederhana	•															
2	Dapat dilihat dari luar ke dalam ruang inkubator		•														
3	Buka dan tutup pintu yang mudah dan cepat			•	•	•											
4	Mudah memasukkan dan mengeluarkan bayi			•	•												
5	Ringan dan mudah dibersihkan		•				•	•									
6	Dapat memasukkan selang oksigen	•															
7	Dapat memasukkan selang infus	•															
8	Bentuk dan ukuran bed sederhana							•		•							
9	Mudah menjangkau bayi										•			•	•		
10	Stabil										•	•	•	•	•	•	•
11	Ringan								•		•		•				
12	Aman dan nyaman								•		•	•	•	•	•	•	•

Sumber : Karl T. Ulrich, Perancangan dan Pengembangan Produk

d. Target Spesifikasi

Target spesifikasi merupakan tujuan bagi tim pengembang. Langkah awal dalam pembuatan target spesifikasi adalah pembuatan daftar metrik, dengan menerjemahkan kebutuhan pelanggan menjadi sekumpulan nilai spesifikasi yang tepat dan terukur, dan upaya memenuhi spesifikasi produk dengan sendirinya akan memenuhi kepuasan terhadap kebutuhan konsumen.

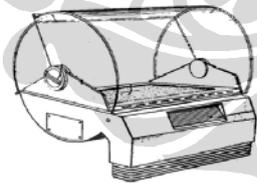
e. Analisa Produk Pesaing

Analisa produk pesaing sangat penting dalam menentukan keberhasilan komersial suatu produk. Beberapa produk inkubator transportasi yang menjadi pesaing adalah:

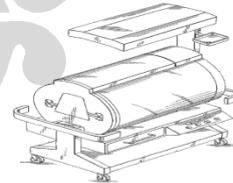
- Paten US. 4,321,913 (30-03-1982)
- Paten US. 4,750,474 (14-06-1988)
- Paten US. 4,796,605 (10-01-1989)
- Paten US. 6,511,414 B1 (28-01-2003)
- Draeger Airshield Stephan Globetrotter

Dari semua produk yang menjadi pesaing produk inkubator transportasi tersebut semua import.

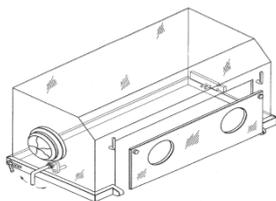
Hood



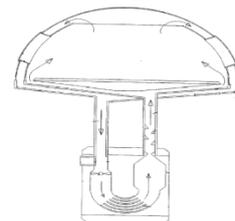
Paten US. 4,321,913 (30-03-1982)



Paten US. 4,750,474 (14-06-1988)



Paten US. 4,796,605 (10-01-1989)

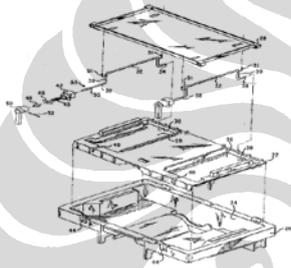


Paten US. 6,511,414 B1 (28-01-2003)

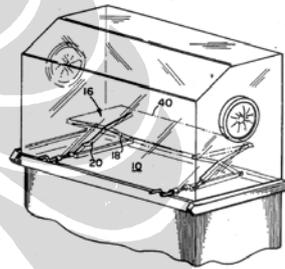


Draeger Airshield
Stephan Globetrotter

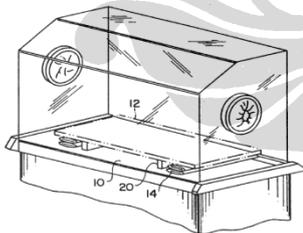
Pengatur *bed*:



Paten US. 4,734,945
(5-04-1988)



Paten US. 4,885,918
(12-12-1989)

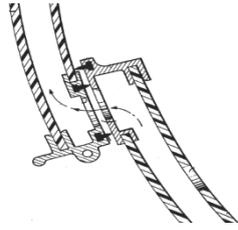


Paten US. 5,244,452
(14-09-1993)

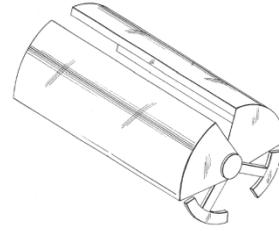


Draeger Airshield
Stephan Globetrotter

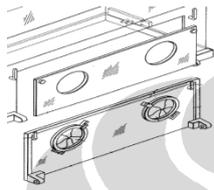
Pengatur pintu :



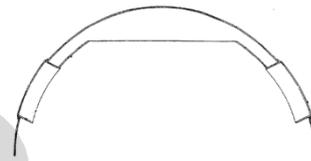
Paten US. 4,321,913
(30-03-1982)



Paten US. 4,750,474
(14-06-1988)



Paten US. 4,796,605
(10-01-1989)



Paten US. 6,511,414 B1
(28-01-2003)

Macam-macam sabuk bed:



Inkubator Transportasi
model 185 A

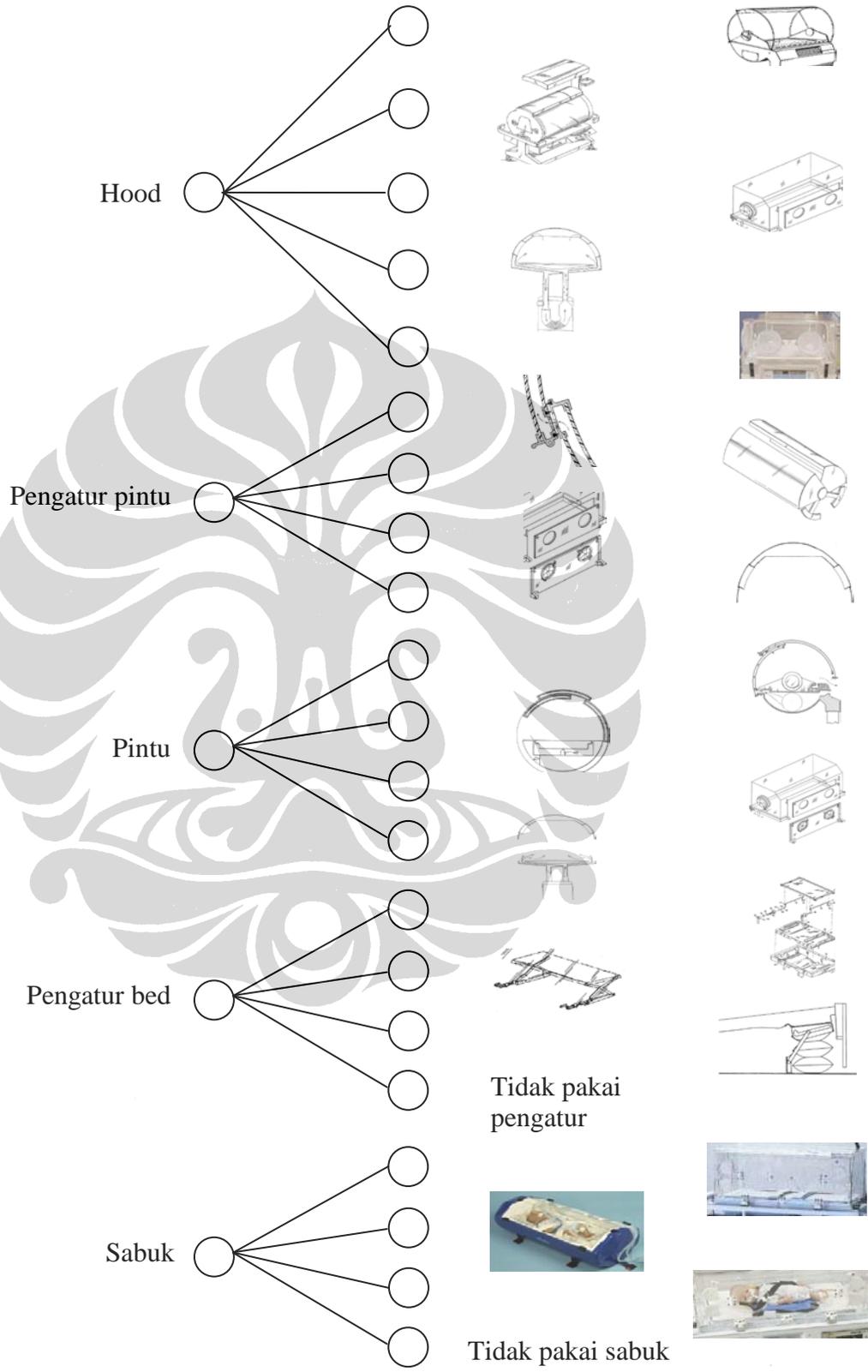


Baby-Pod



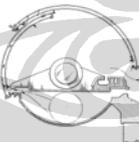
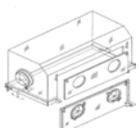
DATEX-OHMEDA
Airborne

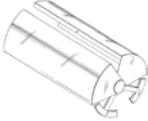
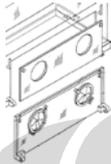
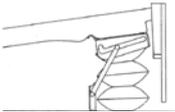
**Pohon klasifikasi konsep
Konstruksi hood dan bed**



Adapun kelebihan dan kekurangan dari masing-masing produk adalah

Tabel 3.6. Kelebihan dan Kekurangan dari Masing-masing Produk.

Bagian	Produk	Kelebihan	Kekurangan
Hood		1. Mudah buka tutup pintu 2. Mudah memasukkan bayi	1. Mudah dibersihkan 2. Biaya pembuatan cukup murah
		1. Mudah buka tutup pintu 2. Mudah memasukkan bayi	1. Sulit dibersihkan 2. Biaya pembuatan mahal
		1. Mudah buka tutup pintu 2. Cukup mudah memasukkan bayi	1. Cukup mudah dibersihkan 2. Biaya pembuatan murah
		1. Mudah buka tutup pintu 2. Mudah memasukkan bayi	1. Sulit dibersihkan 2. Biaya pembuatan sangat mahal
		1. Mudah buka tutup pintu 2. Cukup mudah memasukkan bayi	1. Mudah dibersihkan 2. Biaya pembuatan murah
Pintu		1. Mudah buka tutup pintu 2. Mudah memasukkan bayi	1. Pintu kurang lebar 2. Biaya pembuatan cukup mahal
		1. Mudah buka tutup pintu 2. Mudah memasukkan bayi	1. Pintu kurang lebar 2. Biaya pembuatan mahal
		1. Mudah buka tutup pintu 2. Cukup mudah memasukkan bayi	1. Pintu kurang tinggi 2. Biaya pembuatan murah
		1. Mudah buka tutup pintu 2. Mudah memasukkan bayi	1. Pintu kurang lebar 2. Biaya pembuatan sangat Mahal

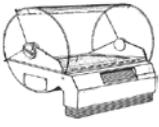
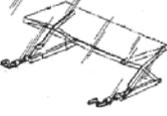
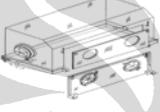
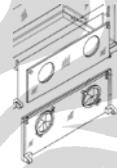
<p>Pengatur pintu</p>	   	<p>1. Cepat buka tutup pintu</p> <p>1. Cepat buka tutup pintu</p> <p>1. Mudah buka tutup pintu</p> <p>1. Cepat buka tutup pintu</p>	<p>1. Pembuatannya rumit</p> <p>1. Mudah aus</p> <p>1. Pintu harus ditahan saat membuka</p> <p>1. Mudah rusak</p>
<p>Pengatur bed</p>	   <p>Tidak pakai pengatur</p>	<p>1. Cepat mengatur bed</p> <p>2. Mudah merawat bayi</p> <p>1. Cepat mengatur bed</p> <p>2. Mudah merawat bayi</p> <p>1. Cepat mengatur bed</p> <p>2. Cukup mudah merawat bayi</p> <p>1. Hemat biaya</p>	<p>1. Posisi ketinggian bed tak dapat diatur</p> <p>2. Terjadi gejolak pada bed saat pengaturan</p> <p>1. Posisi ketinggian bed tak dapat diatur</p> <p>2. Terjadi gejolak pada bed saat pengaturan</p> <p>1. Posisi ketinggian bed tak dapat diatur</p> <p>2. Tidak terjadi gejolak pada bed saat pengaturan</p> <p>1. Posisi ketinggian bayi tak dapat diatur</p>

Sabuk		1. Posisi tangan bayi mantap	1. Kaki bayi dapat bergerak 2. Posisi bayi dapat berubah
		1. Posisi tangan bayi mantap 2. Posisi pinggang bayi mantap	1. Kaki bayi dapat bergerak 2. Posisi bayi dapat berubah
		1. Posisi bayi mantap, tidak ke bawah atau ke atas	1. Kaki bayi dapat bergerak 2. Posisi bayi dapat berubah
	Tidak pakai sabuk	1. Hemat biaya	1. Posisi bayi tak mantap

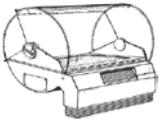
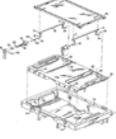
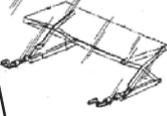
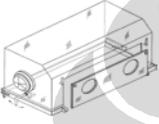
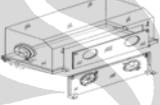
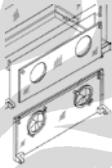
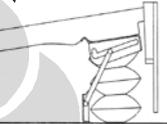
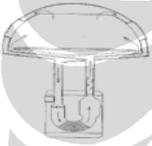
Kombinasi konsep konstruksi hood dan bed

Kombinasi konsep ini dilakukan untuk mengetahui dan memilih beberapa konsep dari kombinasi konsep yang ada, yang akan digunakan dalam menentukan konsep konstruksi hood dan bed yang sesuai dan dapat dikembangkan lebih lanjut.

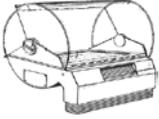
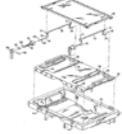
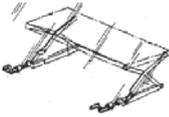
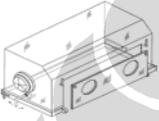
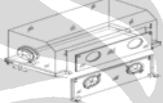
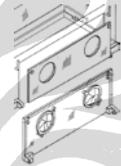
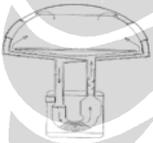
Tabel 3.7. Kombinasi Konstruksi Hood dan Bed.

Hood	Pintu	Pengatur pintu	Pengatur bed	Sabuk
				
				
				
			Tidak pakai pengatur	Tidak pakai sabuk

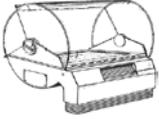
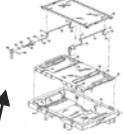
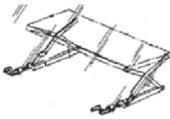
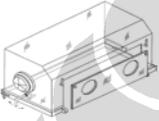
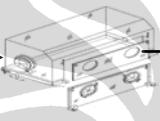
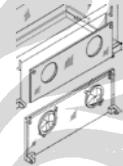
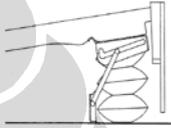
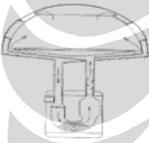
Tabel 3.8. Kombinasi 1 Konstruksi Hood dan Bed

Hood	Pintu	Pengatur pintu	Pengatur bed	Sabuk
				
				
				
			Tidak pakai pengatur	Tidak pakai sabuk

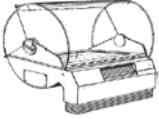
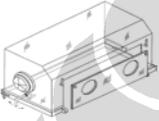
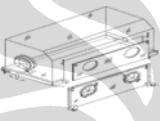
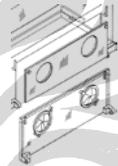
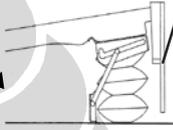
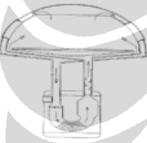
Tabel 3.9. Kombinasi 2 Konstruksi Hood dan Bed

Hood	Pintu	Pengatur pintu	Pengatur bed	Sabuk
				
				
				
			Tidak pakai pengatur	Tidak pakai sabuk

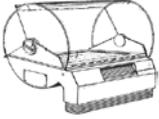
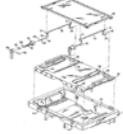
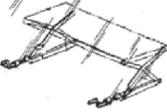
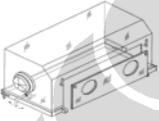
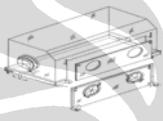
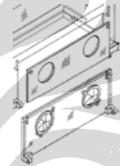
Tabel 3.10. Kombinasi 3 Konstruksi Hood dan Bed

Hood	Pintu	Pengatur pintu	Pengatur bed	Sabuk
				
				
				
			Tidak pakai pengatur	Tidak pakai sabuk

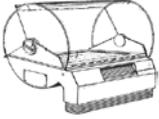
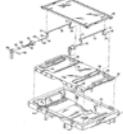
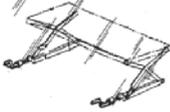
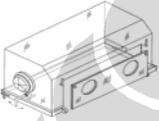
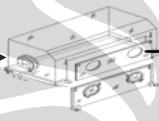
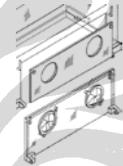
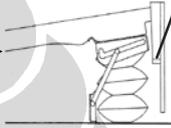
Tabel 3.11. Kombinasi 4 Konstruksi Hood dan Bed

Hood	Pintu	Pengatur pintu	Pengatur bed	Sabuk
				
				
				
			Tidak pakai pengatur	Tidak pakai sabuk

Tabel 3.12. Kombinasi 5 Konstruksi Hood dan Bed

Hood	Pintu	Pengatur pintu	Pengatur bed	Sabuk
				
				
				
			Tidak pakai pengatur	Tidak pakai sabuk

Tabel 3.13. Kombinasi 6 Konstruksi Hood dan Bed

Hood	Pintu	Pengatur pintu	Pengatur bed	Sabuk
				
				
				
			Tidak pakai pengatur	Tidak pakai sabuk

Penyaringan Konsep

Penyaringan konsep didasarkan pada metode yang dikembangkan oleh Stuart Pugh pada tahun 1980-an dan sering disebut konsep Pugh (Pugh, 1990). Tujuan tahapan ini adalah mempersempit jumlah konsep secara cepat dan untuk memperbaiki konsep. Matriks seleksi atau matriks penyaringan konsep yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 3.14. Matriks Penyaringan Konsep

Kriteria seleksi	1	2	3 Ref.	4	5	6
Cepat buka tutup pintu	+	+	0	+	+	0
Mudah memasukkan bayi	+	+	0	+	+	0
Posisi bayi mantap	0	+	0	+	+	+
Ringan dan mudah dibersihkan	+	-	0	+	-	0
Manufacturing cost	0	-	+	0	-	+
Komponen tersedia di pasar	0	0	0	0	0	0
Jumlah +	3	3	1	4	3	2
Jumlah 0	3	1	5	2	1	4
Jumlah -	0	2	0	0	2	0
Nilai Akhir	+3	+1	+1	+4	+1	+2
Peringkat	2	4	4	1	4	3
Lanjutkan	ya	tidak	tidak	ya	tidak	ya

Keterangan: (+) untuk lebih baik, (0) untuk sama dengan dan (-) untuk lebih buruk, Ref adalah konsep yang dijadikan acuan/referensi yang dipilih adalah konsep 3. Konsep yang akan diberikan penilaian lanjutan adalah konsep dengan kombinasi 1, 4 dan 6.

Penilaian Konsep

Tahap ini dilakukan agar alternatif penyelesaian yang ada dapat dibedakan lebih baik diantara konsep yang bersaing tersebut. Disini ada peran bobot kepentingan relatif untuk setiap kriteria seleksi dan memfokuskan pada hasil perbandingan yang lebih baik dengan penekanan pada setiap kriteria seleksi.

Tabel 3.15. Penilaian Konsep

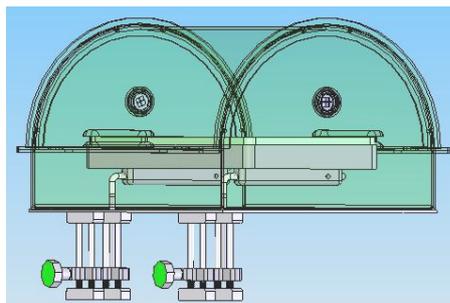
Kriteria seleksi	Beban	Kombinasi 1		Kombinasi 4		Kombinasi 6	
		Nilai	Nilai Beban	Nilai	Nilai Beban	Nilai	Nilai Beban
Cepat buka tutup pintu	20%	4	0,80	4	0,80	3	0,60
Mudah memasukkan bayi	20%	4	0,80	4	0,80	3	0,60
Posisi bayi mantap	15%	3	0,45	4	0,60	4	0,60
Ringan dan mudah dibersihkan	15%	4	0,60	4	0,60	3	0,45
Manufacturing cost	15%	3	0,45	3	0,45	4	0,60
Komponen tersedia di pasar	15%	3	0,45	3	0,45	3	0,45
Total Peringkat		3,55 2		3,70 1		3,30 3	
lanjutan		tidak		kembangkan		tidak	

Tabel 3.16. Skala Penilaian

Kinerja Relatif	Nilai
Sangat buruk dibandingkan referensi	1
Buruk dibandingkan referensi	2
Sama seperti referensi	3
Lebih baik dari referensi	4
Sangat lebih baik dari referensi	5

Konsep yang dipilih untuk pengembangan lebih lanjut merupakan konsep terbaik dari penilaian konsep, yaitu konsep dengan kombinasi empat.

Hasil Akhir Konsep adalah sebagai berikut:



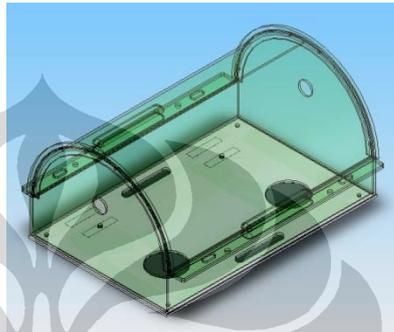
Gambar 3.1. Desain hood

3.3 KONSEP DISAIN AWAL

Setelah pemilihan dan seleksi konsep di dapat desain *hood* dan *bed* untuk inkubator transportasi sebagai berikut :

- **Hood**

Hood ini merupakan bagian dari kompartemen bayi yang berfungsi untuk melindungi bayi dari udara luar yang tidak terkontrol.



Gambar 3.2 Hood

Bahan hood yang disarankan adalah bahan yang memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

1. Transparan
2. Ringan
3. Kekuatan impak
4. Mampu cetak
5. Murah
6. Tersedia di pasar

Bahan hood yang sesuai adalah bahan dari golongan Polimer termoplastik, yaitu: Resin metakrilat, Polistiren, Resin poliester, Resin urea dan Gelas biasa. Dari bahan yang ada, sifat tembus cahaya resin metakrilat sangat baik, terutama untuk daerah sinar tampak, menjadikan plastik ini paling baik. Masa jenisnya sekitar $\frac{1}{2}$ dari gelas, kekuatannya 10 kali berat dari pada gelas, dan juga ketahanan cuacanya sangat baik. Meskipun dipergunakan di luar dalam jangka waktu yang lama, turunnya kekuatan dan pudarnya warna sangat kurang. Pada pemotongan, pelubangan dan seterusnya, gejala menjadi putih dan ketidak sempurnaan juga kurang. Disamping itu bahan ini mempunyai sifat isolasi listrik yang baik,

terutama pada daerah frekuensi rendah. Ketahanan kimianya lebih baik daripada polistiren. Larut baik dalam klorida etilen dan kloroform.

Tabel 3.17. Penembusan Cahaya Tampak pada Plastik.

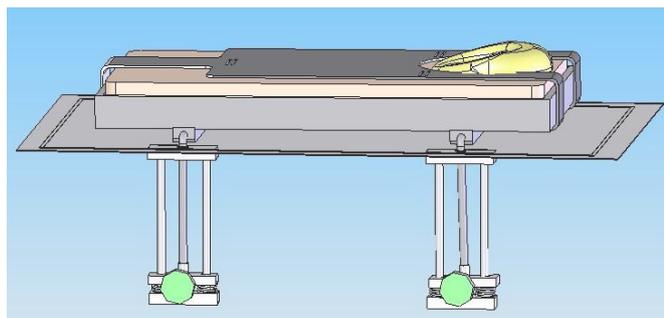
Ketebalan 3 mm	Penembusan cahaya tampak (%)
Resin metakrilat	93
Polistiren	90
Resin poliester	65
Resin urea	65
Gelas biasa	91

Sumber : Prof. Ir. Tata Surdia MS. Met. E. dan Prof. DR. Shinroku Saito, "Pengetahuan Bahan Teknik",

Selain itu, Polimer kental dikemukakan dalam pembuatan lembaran plastik. Pencetakan ekstrusi juga dapat dilakukan, tetapi produknya sedikit kurang baik daripada produk yang dibuat dengan pengecoran dalam hal ketahanan panas, ketahanan melarut dan ketahanan impaknya. Pembentukan dari lembaran secara termal dilakukan dengan memanaskan lembaran tersebut sampai 140-160°C. Jadi bahan yang dipilih untuk hood adalah resin metakrilat (acrylic).

- **Bed**

Bed merupakan bagian dari kompartemen bayi yang berfungsi sebagai tempat tidur bayi.



Gambar 3.3 Bed dan Pengatur Bed

Bahan bed yang disarankan adalah bahan yang memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

1. Mampu cetak adalah baik. Pada temperatur rendah bahan dapat dicetak dengan penyuntikan, ekstrusi, dan seterusnya, yang menyebabkan ongkos pembuatan lebih rendah daripada untuk logam dan keramik.
2. Produk yang ringan dan kuat dapat dibuat. Berat jenis polimer rendah dibandingkan dengan logam dan keramik, yaitu 1,0 – 1,7, yang memungkinkan membuat barang kuat dan ringan.
3. Baik sekali dalam ketahanan air dan ketahanan zat kimia. Pemilihan bahan yang baik akan menghasilkan produk yang mempunyai sifat-sifat baik sekali.
4. Murah
5. Tersedia di pasar.

Bahan bed yang sesuai adalah bahan dari golongan Polimer.

- **Batang Pengatur Bed**

Bahan batang pengatur bed yang disarankan adalah bahan yang memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

1. Sifat-sifat mekanis, yaitu kekuatan panas yang tinggi (kekuatan melar) untuk bisa bertahan pada temperatur tinggi dalam waktu yang lama, keuletan dan keliatan yang lebih baik, mempunyai ketahanan yang kuat untuk kelelahan pada temperatur tinggi dan ketahanan terhadap kejutan termal dan mempunyai sensitivitas yang kurang terhadap takikan.
2. Sifat-sifat kimia, yaitu ketahanan yang baik terhadap korosi dan oksidasi pada temperatur tinggi dan mempunyai stabilitas yang baik didalam lingkungan bahan yang digunakan.
3. Sifat-sifat fisik, koefisien pemuaian panas yang rendah dan berat jenis yang rendah, dan mempunyai konduktivitas termal yang besar.

4. Mudah dicairkan, mudah dicor, mudah ditempa dan juga lebih mudah dilas, dibengkokkan dan sebagainya.
5. Mempunyai harga yang murah.
6. Tersedia di pasar.

Bahan batang pengatur bed yang sesuai adalah Stainless Steel.

3.4 Evaluasi Konsep

Setelah mendapatkan konsep disain yang diinginkan, disain terlebih dahulu di evaluasi untuk mengetahui apakah disain tersebut aman dan dapat diteruskan pada proses selanjutnya.

Evaluasi ini berupa pengujian simulasi yang dilakukan terhadap desain adalah Analisa Mode Normal dan Statis dengan menggunakan software NASTRAN/MSC.

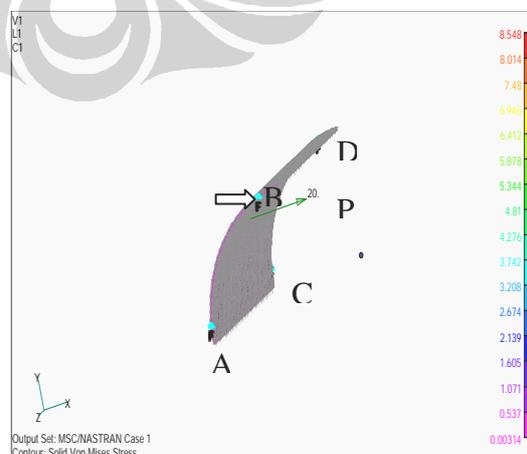
Analisa Mode Normal Dan Statis (MSC/NASTRAN)

Setting Simulasi Nastran

Analisa Mode Normal dan Statis dengan menggunakan Nastran pada :

1. **Pintu hood;** Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan pintu hood dengan memberikan gaya horisontal sebesar 20 N berdasarkan SNI 16-4942-1998 pasal 13.1 bagian uji 1.

Pengujian Pintu :



Gambar 3.4 Uji Simulasi MSC/NASTRAN Pada Pintu Hood

Hasil simulasi pengujian :

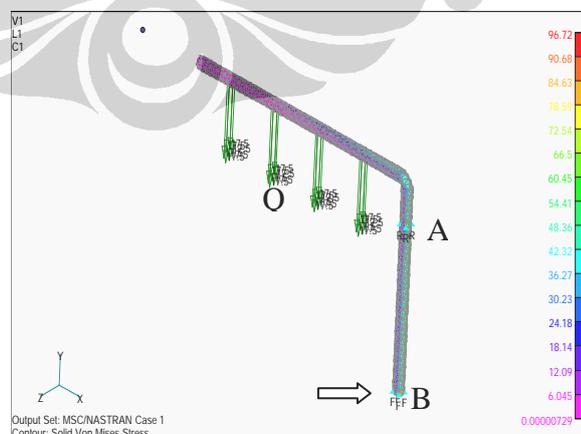
Hasil pengujian simulasi menunjukkan bahwa letak titik paling kritis akibat pembebanan berada pada tumpuan pintu yang terletak di bagian sisi samping pintu (lingkaran merah). Tegangan terbesar yang terjadi pada titik tersebut adalah sebesar $7,83264 \text{ N / mm}^2$.

Analisa Simulasi kekuatan pintu hood :

Dari hasil pengujian simulasi diperoleh bahwa letak titik paling kritis akibat pembebanan berada pada tumpuan (B) yang terletak di sisi samping bagian atas pintu hood. Tegangan yang terbesar yang terjadi pada titik tersebut dari hasil pengujian adalah sebesar $7,83264 \text{ N / mm}^2$. Konstruksi ini aman digunakan karena material yang dipakai adalah Acrylic yang kekuatannya lebih besar daripada tegangan yang terjadi akibat pembebanan, yaitu $10,19 \text{ N / mm}^2$ [9].

2. **Bed;** Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan batang pengatur ketinggian bed dengan memberikan gaya horisontal dan vertikal sebesar 35 N. Besarnya pembebanan yang diberikan berdasarkan jumlah massa bayi prematur maksimum 2 kg (berdasarkan Departemen Kesehatan) dan massa tempat bayi sebesar 1517,14 gram.

Pengujian Bed :



Gambar 3.5 Uji Simulasi MSC/NASTRAN Pada Bed

Hasil uji simulasi :

Hasil pengujian simulasi menunjukkan bahwa letak titik paling kritis akibat pembebanan berada pada tumpuan batang pengatur yang terletak di bagian bawah (tanda panah). Tegangan yang terbesar yang terjadi pada titik tersebut adalah sebesar $89,2384 \text{ N / mm}^2$.

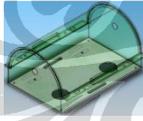
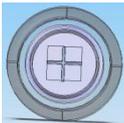
Analisa Simulasi kekuatan pengatur bed:

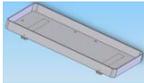
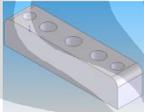
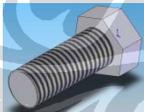
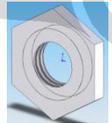
Dari hasil pengujian simulasi diperoleh bahwa letak titik paling kritis akibat pembebanan berada pada tumpuan {B} batang pengatur yang terletak di bagian bawah. Tegangan yang terbesar yang terjadi pada titik tersebut dari hasil pengujian adalah sebesar $89,2384 \text{ N / mm}^2$. Konstruksi ini aman digunakan karena material yang dipakai adalah Stainless Steel yang kekuatannya lebih besar daripada tegangan yang terjadi akibat pembebanan, yaitu $620,74 \text{ N / mm}^2$ [9].

3.5 Detail Desain

Adapun detail desain tertera pada tabel berikut ini :

Tabel 3.18. Detail Desain

Komponen	Gambar	Bahan	Standar	Dimensi
Hood		Acrylic		Lihat lampiran
Bantalan				Lihat lampiran
Penutup lobang		Karet		Lihat lampiran
Kasur		Busa		Lihat lampiran

Tempat kasur		Stainless steel SS 304	AISI 304	Lihat lampiran
Sabuk				Lihat lampiran
Batang pengatur		Stainless steel (SS304)	AISI 304	Lihat lampiran
Batang penyangga		S45C dilapisi Chrom	DIN CF53	Lihat lampiran
Dudukan		Aluminium		Lihat lampiran
Pegas		S45C		Lihat lampiran
Handle		Stainless steel (SS304)	AISI 304	Lihat lampiran
Baut				Lihat lampiran
Mur				Lihat lampiran

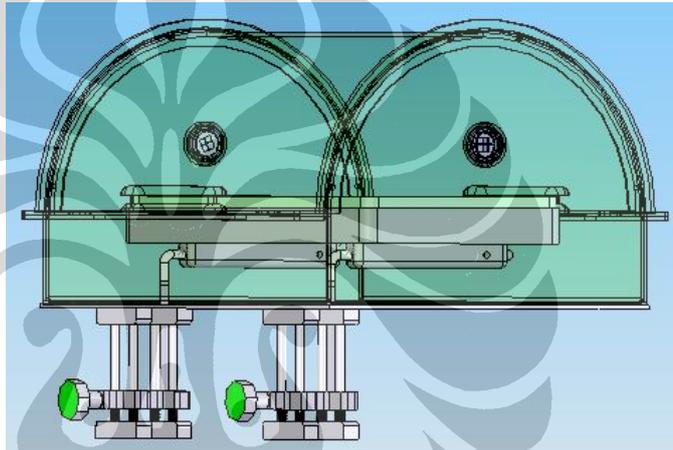
Sumber : Pasar

(Massa hood = 7483,23 gram, massa bed dan pengatur bed = 3182,16 gram)

3.6 Pembuatan Prototipe

Pengembangan produk hampir selalu membutuhkan pembuatan dan pengujian prototipe. Sebuah prototipe merupakan penaksiran produk melalui satu atau lebih dimensi.

Kegunaan dari pembuatan prototipe box inkubator digunakan untuk memastikan bahwa komponen – komponen dan subsistem – subsistem dari produk bekerja seperti yang diharapkan. Desain yang disetujui untuk dikembangkan menjadi prototipe adalah :



Gambar 3.6. Model Desain *hood* Yang Disetujui

Tabel 3.19. Daftar Biaya Material

Komponen	Bahan	Proses	Harga
Hood	Acrylic	Penekukan Pemotongan Pengeleman Finishing	Rp. 1.900.000,-
Penutup lobang	Karet	Beli	Rp. 50.000,-
Kasur, sarung, sabuk	Busa	Pemotongan Penjahitan Finishing	Rp. 200.000,-
Bed + pengatur	Stainless steel SS 304	Penekukan Pemotongan Pengeleman Finishing	Rp. 1.200.000,-
Batang penyangga	S45C dilapisi Chrom	Beli	Rp. 108.000,-
Dudukan	Aluminium	Pemotongan Pembubutan Finishing	Rp. 600.000,-
Pegas	S45C	Beli	Rp. 50.000,-
Baut dan mur		Beli	Rp. 50.000,-

Sumber : Pasar

Tabel 3.20. Daftar Biaya Proses Manufaktur

Komponen	Material Yang Dibeli	Pemrosesan	Perakitan	Biaya Total
Hood	1.050	650	200	1.900
Penutup lobang	50	-	-	50
Kasur + sabuk	125	75	-	200
Bed + pengatur	750	350	100	1.200
Batang penyangga	108	-	-	108
Dudukan	400	200	-	600
Pegas	50	-	-	50
Baut dan mur	50	-	-	50
Total Biaya Langsung	2.583	1.275	300	4.158
Beban Overhead	125	250	60	460
Biaya Total per unit				4.618

Sumber : Karl T. Ulrich, Perancangan dan Pengembangan Produk

Keterangan : (Biaya dalam ribu rupiah)

Tabel 3.4. Daftar Metrik

No. Metric	Kebutuhan	Metriks	Satuan
<i>Hood dan bed</i>			
1	1, 6, 7	Dimensi hood	mm
2	2, 5	Bahan hood	mm
3	3, 4	Dimensi pintu	mm
4	3, 4	Jenis kunci pintu (Elmes 293)	baut
5	3	Bahan kunci pintu	--
6	5	Jenis kunci <i>hood</i> (Elmes 293)	baut
7	5	Bahan kunci <i>hood</i>	--
8	8	Dimensi kasur	mm
9	11, 12	Bahan kasur	mm
10	8	Dimensi tempat kasur	baut
11	10, 11, 12	Bahan tempat kasur	busa
12	9, 10, 12	Dimensi pengatur bed	mm
13	10, 11, 12	Bahan pengatur bed	mm
14	9, 10, 12	Dimensi pegas	baut
15	9, 10, 12	Jenis pegas (Elmes 312)	tekan
16	10, 12	Bahan pegas Elmes 313)	SW

Sumber : Karl T. Ulrich, Perancangan dan Pengembangan Produk