

**RANCANG BANGUN  
KONSTRUKSI HOOD DAN BED  
UNTUK INKUBATOR TRANSPORTASI**

**TESIS**

Oleh

**TOGAR P. O. SIANIPAR**

**6405020214**



**TESIS INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN  
PERSYARATAN MENJADI MAGISTER TEKNIK**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
PROGRAM PASCASARJANA BIDANG ILMU TEKNIK  
UNIVERSITAS INDONESIA  
GENAP 2007/2008**

## **PERNYATAAN KEASLIAN TESIS**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis dengan judul :

### **RANCANG BANGUN KONSTRUKSI HOOD DAN BED UNTUK INKUBATOR TRANSPORTASI**

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Magister Teknik pada Kekhususan Perancangan Teknik Pengembangan Produk Program Studi Teknik Mesin Program Pascasarjana Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari tesis yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 11 Juli 2008

Togar P O Sianipar  
NPM 6405020214

# PENGESAHAN

Tesis dengan judul :

## **RANCANG BANGUN KONSTRUKSI HOOD DAN BED UNTUK INKUBATOR TRANSPORTASI**

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Magister Teknik pada Kekhususan Perancangan Teknik Pengembangan Produk Program Studi Teknik Mesin Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Tesis ini telah diujikan pada sidang ujian tesis pada tanggal 11 Juli 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai tesis pada Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Pembimbing II,

Depok, 11 Juli 2008  
Dosen Pembimbing I,

Prof. Dr. Ir. Raldi Artono K.

Prof. Dr. Ir. Tresna P. S. SE.,MS

## UCAPAN TERIMA KASIH

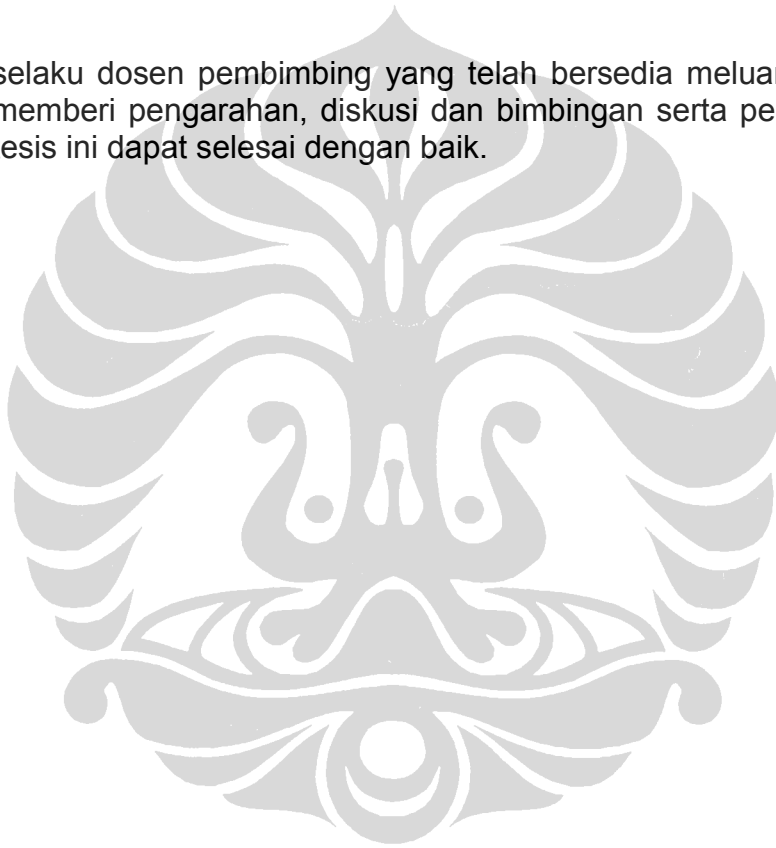
Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

Prof. Dr. Ir. Tresna P. Soemardi SE., MS

Dan

Prof. Dr. Ir. Raldi Artono Koestoer

selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi dan bimbingan serta persetujuan sehingga tesis ini dapat selesai dengan baik.



Togar P O Sianipar  
NPM 64 05 02 0214  
Departemen Teknik Mesin

Dosen Pembimbing  
**Prof. Dr. Ir. Tresna P. Soemardi SE., MS**  
**Prof. Dr. Ir. Raldi Artono Koestoer, M.Eng**

## **RANCANG BANGUN KONSTRUKSI HOOD DAN BED UNTUK INKUBATOR TRANSPORTASI**

### **ABSTRAK**

Inkubator Transportasi merupakan alat bantu kesehatan bayi sementara, yang lahir prematur atau kurang sempurna, sebelum mendapatkan perawatan intensif di rumah sakit yang memiliki peralatan medis yang lengkap. Inkubator Transportasi saat ini harganya cukup mahal sehingga pemakaiannya di rumah sakit-rumah sakit masih terbatas. Untuk mengatasi permasalahan di atas maka dilakukan rancang bangun "Inkubator Transportasi", dengan target harga yang lebih murah. Metoda yang digunakan dalam rancang bangun produk ini adalah metoda Karl T. Ulrich, dengan tahapan-tahapan yaitu: identifikasi kebutuhan konsumen, penyusunan dan pemilihan konsep desain, evaluasi desain, pembuatan prototipe, evaluasi dan pengujian prototipe serta spesifikasi akhir produk.

Rancang bangun inkubator transportasi ini meliputi tiga bagian, yaitu: bagian Kompartemen bayi, bagian Heater dan Kontrol, serta bagian Trolley. Prototipe trolley telah terlebih dahulu selesai pembuatannya. Sedangkan prototipe bagian kompartemen bayi dan bagian heater dan kontrol mengalami perbaikan dan perubahan desain. Khusus pada bagian kompartemen bayi perbaikan prototipe I menjadi II disebabkan pintu yang tidak lancar serta bagian sisi luar dan permukaannya masih kasar. Setelah diperbaiki ternyata prototipe II tidak memenuhi standar pengujian suhu terkontrol. Oleh karena itu dilakukan perubahan disain yang menjadi prototipe III. Pengujian prototipe III kompartemen bayi ini bersamaan dengan pengujian pada prototipe heater dan kontrol. Pengujian prototipe III kompartemen bayi ini adalah pengujian suhu terkontrol pada titik-titik 10 cm dari atas masing-masing sudut tempat tidur bayi, untuk mengetahui perbedaan nilai maksimum dan minimum temperatur udara diantara keempat titik-titik temperatur yang dikalkulasikan setiap menitnya.

Dari hasil pengujian diperoleh bahwa prototipe III kompartemen bayi ini memenuhi Standar Nasional Indonesia, SNI 16-4942-1998.

**Kata kunci : Karl T. Ulrich, Prototype, SNI.**

Togar P O Sianipar  
NPM 64 05 02 0214  
Mechanical Department

Supervisor  
**Prof. Dr. Ir. Tresna P. Soemardi SE., MS**  
**Prof. Dr. Ir. Raldi Artono Koestoer, M.Eng**

**DESIGN-BUILT UP OF CONSTRUCTION OF BED AND HOOD  
FOR TRANSPORT INCUBATOR**

**ABSTRACT**

Transportable incubator is temporary medical equipment for transporting new achieved baby, which is born prematurely in abnormality, before the baby can be given an intensive care in the hospital with sufficient medical equipment. Today, this equipment is quite expensive enough so usage is very much limited within the medical environment. The way out of this problem is design and build-up of this transportable incubator with a specific target to reduce its price. Product tested on the Standar Nasional Indonesia proof the design has met the quality requirement. Method of product design and built is following Karl T. Ulrich's method that has several steps such as: customer need identification, sketching and choosing concept product design, evaluation of design, built-up the prototype, evaluation and testing of prototype and defined specification product.

Design-built up the incubator of this transportation cover three shares, that is: part of baby Compartment, part of Heater and Control, and also part of Trolley. Prototype of Trolley has beforehand finished making. While prototype part of compartment of baby and part of heater and control experience of repair and change design. Shares of baby compartment of repair of prototype I become II caused by a door which is not fluent and part of external side and surface still is harsh. After improve; repaired really prototype of II do not fulfill standard of examination of temperature controlled. Therefore made a change by design becoming prototype III. Testing of Prototype III of baby compartment at the same time with testing of prototype III of heater and controlling. That is testing of temperature controlled at dot 10 cm from the top of corner of place sleep baby, to know difference assess maximum and minimum of temperature of air among fourth dot of temperature calculated by each; every minute.

From result of testing obtained that prototype III of this baby compartment fulfills SNI (Standard of Indonesia National) 16-4942-1998.

**Keywords: Karl T. Ulrich, Prototype, SNI.**

# DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	ii
PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Permasalahan	1
1.3 Batasan Masalah	1
1.4 Metodologi Perancangan	2
1.5 Sistematika Penelitian	3
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1 Perkembangan Inkubator Transportasi	4
2.2 Perancangan dan Pengembangan Produk	10
2.3 Analisa Mode Normal dan Statis (MSC/NASTRAN)	18
2.4 Material Konstruksi	22
2.5 Prinsip Kerja Termokopel	28
2.6 Penggunaan dan Pemeliharaan Hood	30
<b>BAB III DESAIN PENGEMBANGAN PRODUK</b>	
3.1 Studi Literatur	31
3.2 Konsep Pengembangan Produk	31
3.3 Konsep Disain Awal	53
3.4 Evaluasi Konsep	56
3.5 Detail Desain	58
3.6 Pembuatan Prototype	60

BAB IV EVALUASI PROTOTIPE DAN PENGUJIAN PROTOTIPE	
4.1 Evaluasi Prototipe	63
4.2 Pengujian Prototipe	72
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	91
5.2 Saran	92
DAFTAR ACUAN	93
DAFTAR PUSTAKA	94
LAMPIRAN	





## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 1.1</b> <i>Flow Chart</i> Metodologi Perancangan	4
<b>Gambar 2.1</b> Inkubator Transportasi Hess (1922)	5
<b>Gambar 2.2</b> Tahap pengembangan konsep dari awal hingga akhir	11
<b>Gambar 2.3</b> Prinsip kerja termokopel	28
<b>Gambar 2.4</b> Efek Pelitier	28
<b>Gambar 2.5</b> Efek Thompson	29
<b>Gambar 3.1</b> Desain hood	52
<b>Gambar 3.2</b> Hood	53
<b>Gambar 3.3</b> Bed dan pengatur Bed	54
<b>Gambar 3.4</b> Uji simulasi MSC/NASTRAN pada pintu hood	54
<b>Gambar 3.5</b> Uji simulasi MSC/NASTRAN pada bed	57
<b>Gambar 3.6</b> Model desain <i>hood</i> yang disetujui	60
<b>Gambar 4.1</b> Pintu hood inkubator	63
<b>Gambar 4.2</b> Bagian sisi tepi dan sudut <i>hood</i> yang tajam dan kasar	64
<b>Gambar 4.3</b> Peletakkan termokopel pengujian	65
<b>Gambar 4.4</b> Foto percobaan Prototipe I	65
<b>Gambar 4.5</b> Grafik hasil pengujian prototipe I tanpa di kontrol	65
<b>Gambar 4.6</b> Grafik RH prototipe I	66
<b>Gambar 4.7</b> Pintu hood inkubator sebelum diperbaiki	67
<b>Gambar 4.8</b> Pintu hood inkubator setelah diperbaiki	67
<b>Gambar 4.9</b> Bagian sisi tepi dan sudut hood sebelum diperbaiki	68
<b>Gambar 4.10</b> Bagian sisi tepi dan sudut hood setelah diperbaiki	68
<b>Gambar 4.11</b> Model desain <i>Hood</i> sebelum mengalami perubahan	69
<b>Gambar 4.12</b> Model desain <i>Hood</i> setelah mengalami perubahan	69
<b>Gambar 4.13</b> Tempat tidur bayi sebelum mengalami perubahan	70
<b>Gambar 4.14</b> Tempat tidur bayi sebelum mengalami perubahan	70
<b>Gambar 4.15</b> Perubahan posisi pengatur bed	71
<b>Gambar 4.16</b> Perubahan bentuk pengatur bed	71
<b>Gambar 4.17</b> Disain Prototipe III	71

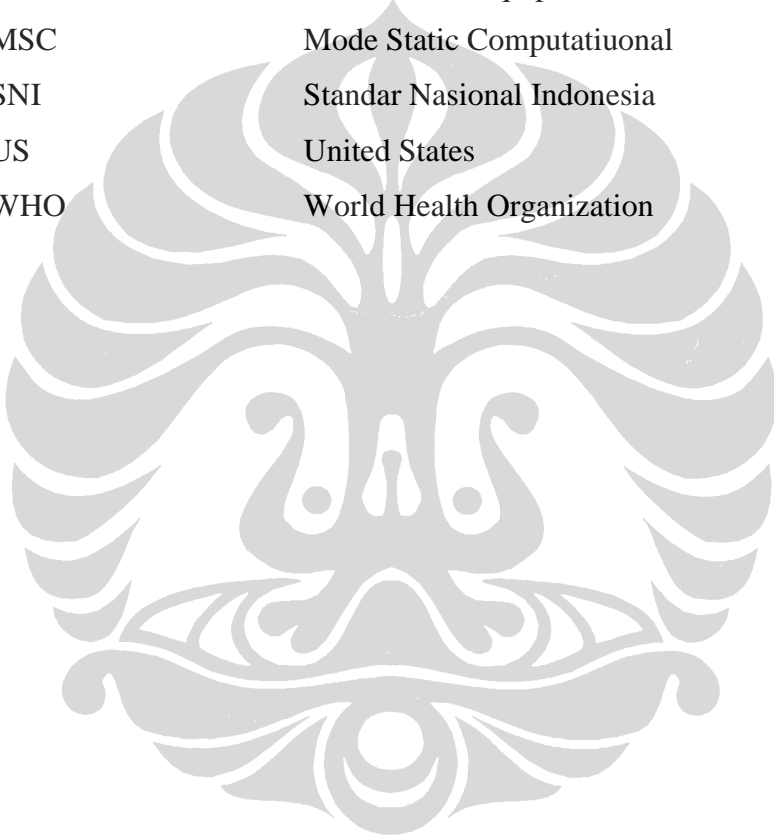
<b>Gambar 4.18</b>	Titik-titik pengukuran temperatur	72
<b>Gambar 4.19</b>	Ilustrasi aliran udara panas dalam hood	73
<b>Gambar 4.20</b>	Grafik suhu terhadap waktu untuk termokopel 1	75
<b>Gambar 4.21</b>	Grafik suhu terhadap waktu untuk termokopel 2	76
<b>Gambar 4.22</b>	Grafik suhu terhadap waktu untuk termokopel 3	76
<b>Gambar 4.23</b>	Grafik suhu terhadap waktu untuk termokopel 4	77
<b>Gambar 4.24</b>	Grafik nilai kelembaban (relative humidity) terhadap waktu lamanya pengujian	78
<b>Gambar 4.25</b>	Grafik suhu terhadap waktu untuk termokopel 1	79
<b>Gambar 4.26</b>	Grafik suhu terhadap waktu untuk termokopel 2	79
<b>Gambar 4.27</b>	Grafik suhu terhadap waktu untuk termokopel 3	80
<b>Gambar 4.28</b>	Grafik suhu terhadap waktu untuk termokopel 4	80
<b>Gambar 4.29</b>	Grafik nilai kelembaban (relative humidity) terhadap waktu lamanya pengujian	81
<b>Gambar 4.30</b>	Posisi pengambilan temperature	82
<b>Gambar 4.31</b>	Grafik suhu untuk tiap-tiap titik bukaan pintu 18°	83
<b>Gambar 4.32</b>	Grafik suhu rata-rata untuk bukaan pintu 18°	83
<b>Gambar 4.33</b>	Grafik suhu terhadap waktu untuk termokopel 1	85
<b>Gambar 4.34</b>	Grafik suhu terhadap waktu untuk termokopel 2	85
<b>Gambar 4.35</b>	Grafik suhu terhadap waktu untuk termokopel 3	86
<b>Gambar 4.36</b>	Grafik suhu terhadap waktu untuk termokopel 4	86
<b>Gambar 4.37</b>	Grafik suhu terhadap waktu untuk termokopel 1	87
<b>Gambar 4.38</b>	Grafik suhu terhadap waktu untuk termokopel 2	87
<b>Gambar 4.39</b>	Grafik suhu terhadap waktu untuk termokopel 3	88
<b>Gambar 4.40</b>	Grafik suhu terhadap waktu untuk termokopel 4	88

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 2.1</b> Tipe-tipe Termokopel	29
<b>Tabel 3.1</b> Pernyataan Misi	32
<b>Tabel 3.2</b> Daftar Hierarki Kebutuhan	33
<b>Tabel 3.3</b> Tingkat Kepentingan Relatif	34
<b>Tabel 3.4</b> Daftar Metrik	35
<b>Tabel 3.5</b> Matriks Kebutuhan-Metrik dari Inkubator Transportasi	36
<b>Tabel 3.6</b> Kelebihan dan Kekurangan dari Masing-masing Produk	41
<b>Tabel 3.7</b> Kombinasi Konstruksi Hood dan Bed	44
<b>Tabel 3.8</b> Kombinasi 1 Konstruksi Hood dan Bed	45
<b>Tabel 3.9</b> Kombinasi 2 Konstruksi Hood dan Bed	46
<b>Tabel 3.10</b> Kombinasi 3 Konstruksi Hood dan Bed	47
<b>Tabel 3.11</b> Kombinasi 4 Konstruksi Hood dan Bed	48
<b>Tabel 3.12</b> Kombinasi 5 Konstruksi Hood dan Bed	49
<b>Tabel 3.13</b> Kombinasi 6 Konstruksi Hood dan Bed	50
<b>Tabel 3.14</b> Matriks Penyaringan Konsep	51
<b>Tabel 3.15</b> Penilaian Konsep	52
<b>Tabel 3.16</b> Skala Penilaian	52
<b>Tabel 3.17</b> Penembusan Cahaya Tampak pada Plastik	54
<b>Tabel 3.18</b> Detail Desain	58
<b>Tabel 3.19</b> Daftar Biaya Material	61
<b>Tabel 3.20</b> Daftar Biaya Proses Manufaktur	62
<b>Tabel 4.1.</b> Tabel suhu terhadap waktu untuk termokopel pada posisi 1, 2, 3, 4 setiap 10 menit pengukuran	88
<b>Tabel 4.2.</b> Tabel selisih nilai maksimum dan minimum temperatur udara diantara keempat titik-titik temperatur setiap 10 menit	89

## DAFTAR SINGKATAN

BOM	Bill Of Materials
BS	British Standard
CFD	Computational Fluid Dynamics
DFM	Design For Manufacture
FRP	Fiberglass Reinforced Plastics
IEC	International Equipments Constitution
MSC	Mode Static Computatiuonal
SNI	Standar Nasional Indonesia
US	United States
WHO	World Health Organization



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
<b>Lampiran 1</b> Data Pengujian	L1
<b>Lampiran 2</b> Standar Nasional Indonesia SNI 16-4942-1998	L73
<b>Lampiran 2</b> Hasil Pengujian Pintu	L77
<b>Lampiran 3</b> Hasil Pengujian Bed	L79
<b>Lampiran 4</b> Psychrometrics Chart	L83
<b>Lampiran 5</b> Gambar Teknik Prototipe	L84
<b>Lampiran 6</b> Data Survei Lapangan	

