

**RANCANG BANGUN KONSTRUKSI TEMPERATUR
KONTROL DAN PEMILIHAN SISTEM KONTROL
UNTUK INKUBATOR TRANSPORTASI**

TESIS

Oleh:

I MADE KRISHNA MAHARATHA

6405020109



**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 TEMPERATUR KONTROL DAN PEMILIHAN SISTEM KONTROL UNTUK INKUBATOR TRANSPORTASI

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Magister Teknik pada Kekhususan Perancangan Teknik dan Pengembangan Prodak 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, 15 Juli 2008

I MADE KRISHNA MAHARATHA

NPM 6405020109

PENGESAHAN

Tesis dengan judul :

RANCANG BANGUN KONSTRUKSI TEMPERATUR KONTROL DAN PEMILIHAN SISTEM KONTROL 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, 14 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

Prof. Dr. Ir. Raldi Artono Koestoer M.Eng

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



I Made Krishna Maharatha
NPM 64 05 02 0109
Departemen Teknik Mesin

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

**RANCANG BANGUN KONSTRUKSI BOX TEMPERATUR KONTROL
DAN PEMILIHAN SISTEM KONTROL
UNTUK INKUBATOR TRANSPORTASI**

ABSTRAK

Angka kematian bayi baru lahir saat ini cukup tinggi di Indonesia. Kelahiran yang kurang sempurna yang memerlukan pertolongan segera ke rumah sakit menempatkan pentingnya alat inkubator transportasi. Hingga saat ini, alat ini cukup mahal harganya. Untuk mengatasi hal tersebut 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 produk, 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 heater dan kontrol perbaikan prototipe I menjadi II disebabkan berat box yang cukup besar dan material yang dipergunakan pada penutup *box* dan saluran udara panas dapat menyerap panas, sehingga distribusi panas yang seharusnya dapat lebih cepat memanaskan *hood* banyak yang terbuang. Setelah diperbaiki ternyata prototipe II tidak memenuhi standar pengujian suhu terkontrol. Oleh karena itu dilakukan perubahan desain yang menjadi prototipe III. Pengujian prototipe III heater dan kontrol ini bersamaan dengan pengujian prototipe kompartemen bayi. Pengujian prototipe III heater dan kontrol ini adalah pengujian suhu terkontrol ruang hood untuk mengetahui besar suhu rata-rata di dalam ruang hood untuk kontrol yang berbeda.

Dari hasil pengujian diperoleh bahwa prototipe III heater dan kontrol ini memenuhi SNI (Standar Nasional Indonesia) 16-4942-1998.

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

I Made Krishna Maharatha
NPM 64 05 02 0109
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 BOX TEMPERATURE CONTROL AND CHOSEN CONTROL SYSTEM FOR TRANSPORT INCUBATOR

Abstract

The number of newborn baby is high enough at time in Indonesia. The newborn baby was not perfectly health as soon as need helping to put in transport incubator before it arrived in hospital. Until here, this equipment is expensive. The way out of this problem is design-built up the transport incubator with a specific target to reduce its price.

Method of product design and built is following Karl T. Ulrich's method that has several steps such as: customer needs identification, sketching and choosing concept product design, evaluation of design, built-up the prototype, evaluation and testing of prototype and defined specification product.

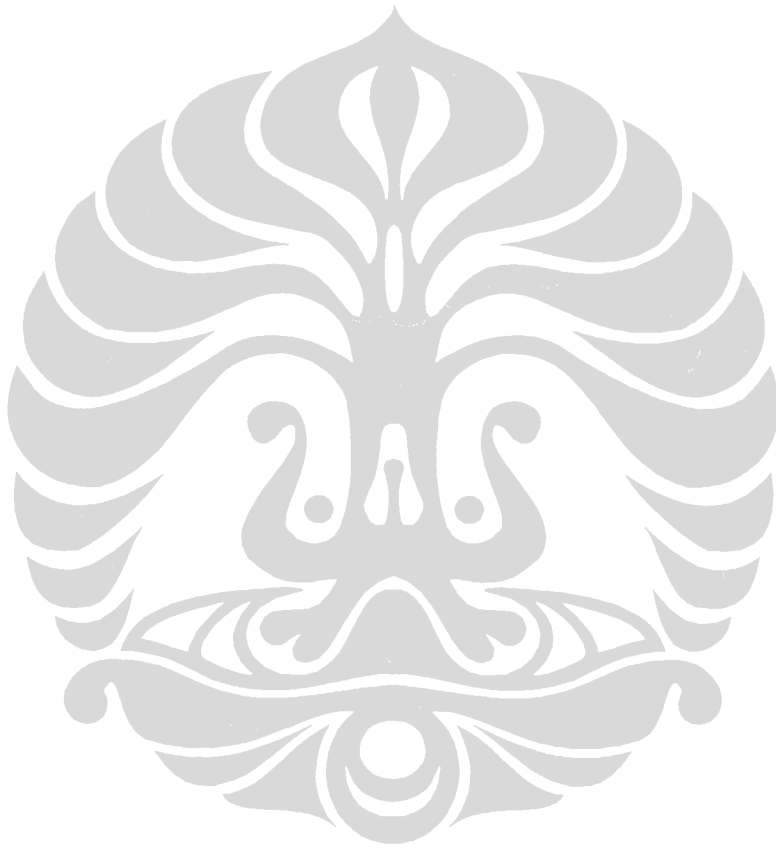
Design-built up the incubator of this transportation cover three shares, that is: part of baby Compartment, part of Heater and Control, and also part of Trolley. Prototype of Trolley has beforehand finished making. While prototype part of compartment of baby and part of heater and control experience of repair and change design. Shares of heater and control repair of prototype I become II caused by weight of big enough box and the material utilized at cover of hot permeable hot box air-duct and, so that distribution of heat which ought to earn quicker heat hood a lot castaway. 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 heater and controlling at the same time with testing of prototype III of baby compartment. Testing of Prototype of III heater and control this is examination of temperature controlled by space of hood to know big of average temperature in space of hood for the different control. From result of testing obtained that prototype III of this heater and controlling fulfills SNI (Standard of Indonesia National) 16-4942-1998.

Kata kunci : 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 ISTILAH / SIMBOL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN PERMASALAHAN	2
1.3 BATASAN MASALAH	2
1.4 METODOLOGI PENELITIAN	2
1.5 SISTEMATIKA PENELITIAN	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 PERKEMBANGAN INKUBATOR TRANSPORTASI	5
2.2 PERANCANGAN DAN PENGEMBANGAN PRODUK	11
2.3 PENGETAHUAN BAHAN YANG AKAN DIPERGUNAKAN	16
2.4 TEORI PERPINDAHAN PANAS DASAR	24
2.5 METODE ELEMEN HINGGA (MSC/NASTRAN)	25
2.6 PRINSIP KERJA TERMOKOPEL	28
BAB III DESAIN PRODUK	
3.1 STUDY LITERATUR DAN LAPANGAN	29
3.2 PERANCANGAN DAN PENGEMBANGAN PRODUK	30
3.3 KONSEP DISAIN AWAL	45
3.4 EVALUASI DISAIN	50
3.5 DETAIL DISAIN	56
3.6 PEMBUATAN PROTOTYPE	59
BAB IV EVALUASI PROTOTYPE DAN PENGUJIAN PROTOTYPE	
4.1 PROTOTYPE I	62
4.2 PROTOTYPE II	66
4.3 PROTOTYPE III	73
4.4 MENGHITUNG PANAS YANG TERBUANG	89
4.5 SISTEM KONTROL INKUBATOR	92

BAB V PENUTUP	
5.1 KESIMPULAN	96
5.2 SARAN	97
DAFTAR ACUAN	98
DAFTAR PUSTAKA	99
LAMPIRAN	100

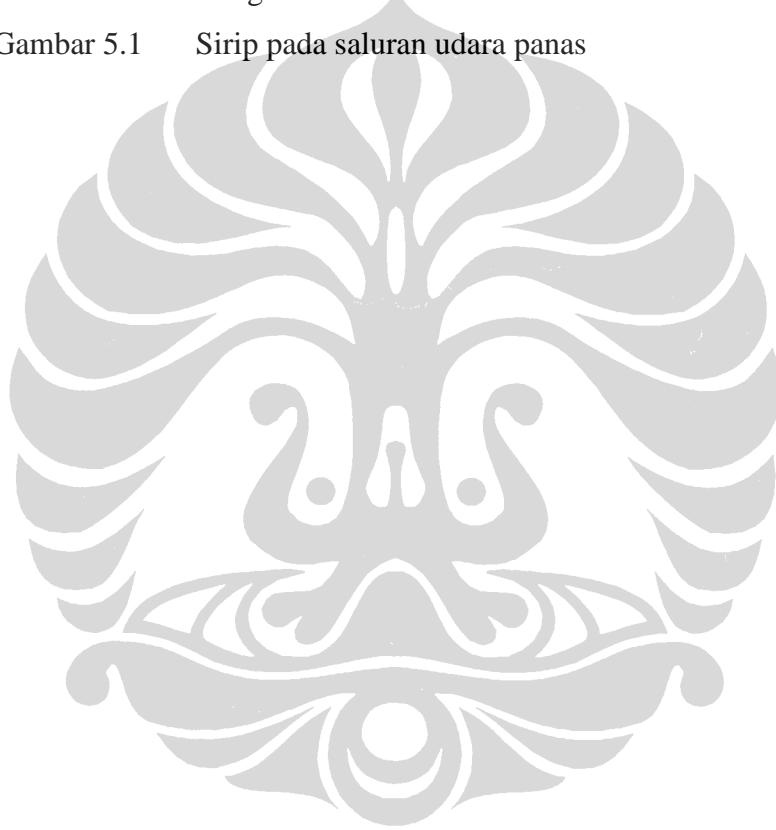


DAFTAR GAMBAR

	Halaman	
Gambar 1.1	<i>Flow Chart</i> Metodologi Penelitian	3
Gambar 2.1	Inkubator transportasi Hess (1922)	6
Gambar 2.2	Inkubator Hess	6
Gambar 2.3	Produk – produk pesaing	8
Gambar 2.4	Standar ukuran sistem kontrol	9
Gambar 2.5	skema sistem kontrol pada patent 5,385,529	10
Gambar 2.6	Tahap pengembangan konsep	12
Gambar 2.7	Prinsip kerja termokopel	27
Gambar 2.8	Efek Peltier	27
Gambar 2.9	Efek Thompson	28
Gambar 3.1	Konsep dari box temperatur kontrol inkubator transpotasi	44
Gambar 3.2	konsep box kontrol panel	44
Gambar 3.3	Rangka box temperatur kontrol	45
Gambar 3.4	Box kontrol panel dan saluran udara panas	46
Gambar 3.5	Tempat air	47
Gambar 3.6	Penutup inkubator	47
Gambar 3.7	Pegangan box inkubator	48
Gambar 3.8	Pelat box dan seluruh komponen yang terangkai	48
Gambar 3.9	Konsep disain awal sistem kontrol	49
Gambar 3.10	Sistem kontrol	49
Gambar 3.11	tumpuan hood	51
Gambar 3.12	Hasil analisa 1	52
Gambar 3.13	Hasil analisa 2	53
Gambar 3.14	Tumpuan pegangan box	54
Gambar 3.15	Hasil analisa pada tumpuan pegangan box	54
Gambar 3.16	Hasil analisa pada baut	55
Gambar 3.17	Disain prototipe I	60
Gambar 4.1	Box inkubator prototipe I	62

Gambar 4.2	Penutup box inkubator prototipe I	63
Gambar 4.3	Saluran udara panas prototipe I	63
Gambar 4.4	Box kontrol inkubator prototipe I	63
Gambar 4.5	Pemanas inkubator prototipe I	64
Gambar 4.6	Peletakan termokopel pengujian	65
Gambar 4.7	Foto percobaan prototipe I	65
Gambar 4.8	Grafik pengujian prototipe I tanpa di kontrol	65
Gambar 4.9	Grafik RH prototipe I	66
Gambar 4.10	Perbaikan box inkubator	67
Gambar 4.11	Perbaikan penutup box	67
Gambar 4.12	Perbaikan saluran udara panas	68
Gambar 4.13	Perbaikan box kontrol	68
Gambar 4.14	Perbaikan desain box inkubator	69
Gambar 4.15	Perubahan saluran udara menjadi 2 kipas	69
Gambar 4.16	Perubahan pertama kontrol	70
Gambar 4.17	Perubahan kedua kontrol	70
Gambar 4.18	Perubahan pemanas	71
Gambar 4.19	Perubahan tempat air	71
Gambar 4.20	Gambar aliran udara panas dalam hood	72
Gambar 4.21	Disain prototipe III	73
Gambar 4.22	Titik-titik pengukuran temperatur	74
Gambar 4.23	Foto digital temperature recoders	75
Gambar 4.24	Skema pengujian di dalam hood inkubator	75
Gambar 4.25	Grafik pengujian 32°C ruangan tak ber AC	77
Gambar 4.26	Grafik wet-bulb dan dry-bulb 32°C ruangan tak ber AC	77
Gambar 4.27	Grafik RH 32°C ruangan tak ber AC	78
Gambar 4.28	Grafik pengujian 31°C ruangan ber AC	79
Gambar 4.29	Grafik wet-bulb dan dry-bulb 31°C ruangan ber AC	80
Gambar 4.30	Grafik RH 31°C Ruangan Ber AC	81
Gambar 4.31	Posisi pengambilan temperatur	82
Gambar 4.32	Grafik tiap-tiap titik bukaan pintu 0°	82
Gambar 4.33	Grafik suhu rata-rata pada bukaan pintu 0°	83

Gambar 4.34	Grafik pengujian ruangan pendingin temperatur 22°C	84
Gambar 4.35	Grafik wet-bulb dan dry-bulb ruangan pendingin	85
Gambar 4.36	Grafik menggunakan pemanas 300W	86
Gambar 4.37	Grafik menggunakan pemanas 250W	87
Gambar 4.38	Grafik wet-bulb dan dry-bulb pemanas 300W	87
Gambar 4.39	Grafik wet-bulb dan dry-bulb pemanas 250W	88
Gambar 4.40	Skema sistem kontrol inkubator	93
Gambar 4.41	Rangkaian kontrol type TZ4ST	94
Gambar 4.42	Rangkaian kontrol rakitan	94
Gambar 5.1	Sirip pada saluran udara panas	97



DAFTAR TABEL

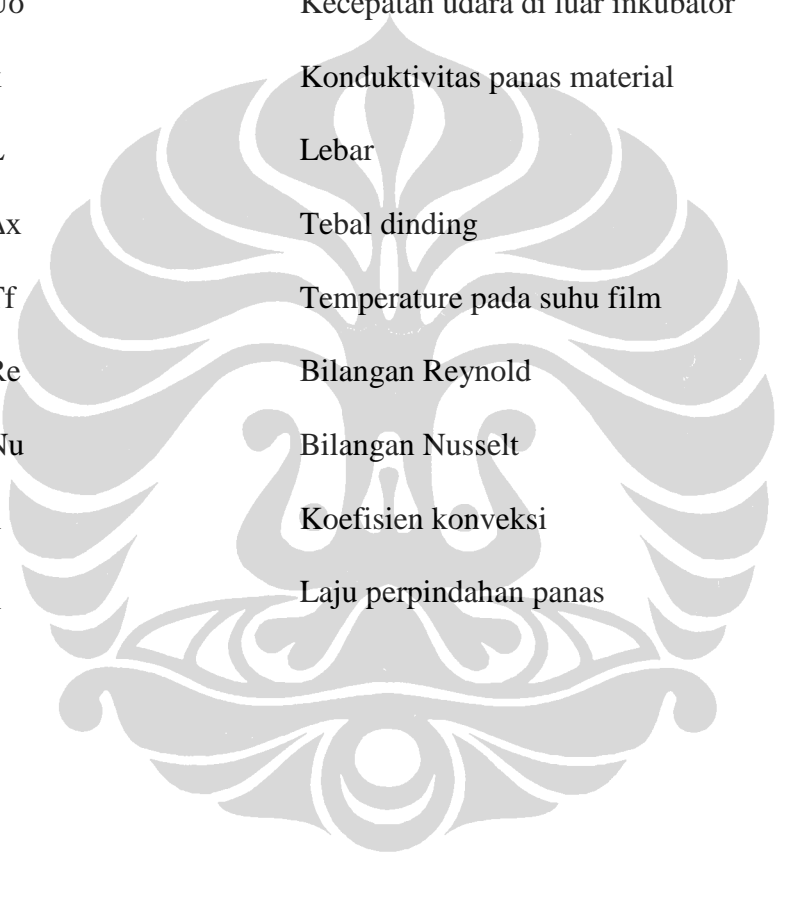
	Halaman	
Tabel 2.1	Macam-macam sistem kontrol	9
Table 2.2	Tipe-tipe termokopel	28
Tabel 3.1	Pengukuran temperatur pada kendaraan	29
Tabel 3.2	Pernyataan Misi	31
Tabel 3.3	Daftar kebutuhan konsumen	31
Tabel 3.4	Daftar Hierarki Kebutuhan	32
Tabel 3.5	Penetapan Kepentingan Relatif	33
Tabel 3.6	Daftar Metrik	34
Tabel 3.7	Matriks Kebutuhan-Metrik dari Inkubator Transportasi	35
Tabel 3.8	Uraian dari beberapa Produk	37
Tabel 3.9	Kombinasi Konsep	38
Tabel 3.10	Kombinasi 1	39
Tabel 3.11	Kombinasi 2	39
Tabel 3.12	Kombinasi 3	40
Tabel 3.13	Kombinasi 4	40
Tabel 3.14	Kombinasi 5	41
Tabel 3.15	Kombinasi 6	41
Tabel 3.16	Penyaringan konsep	42
Tabel 3.17	Penilaian Konsep	43
Tabel 3.18	Komponen detail disain	56
Table 3.19	Asesoris Pendukung	58
Table 3.20	Biaya Proses Manufaktur	61
Table 4.1	Perbandingan temperature pada pemanas 300W dan 250W	86

DAFTAR SINGKATAN



IDAI	Ikatan Dokter Anak Indonesia
SNI	Standar Nasional Indonesia
Dsb	Dan sebagainya
Cu	Cuprum
Sn	Tin
Zn	Zinc
PPO	Polifenilen oksida
Kepmikes	Keputusan Menteri Kesehatan
Menkes	Menteri Kesehatan
Kesos	Kesejahteraan Sosial
SK	Surat Keputusan
Ref	Referensi
PVC	Poly Vynil chloride
AC	Alternating Current
DC	Direct Current
MSC	Mode Static Computatiuonal
RH	Relative Humidity

DAFTAR ISTILAH/SIMBOL



T_i	Temperature dalam inkubator
T_o	Temperature luar inkubator
U_i	Kecepatan udara di dalam inkubator
U_o	Kecepatan udara di luar inkubator
k	Konduktivitas panas material
L	Lebar
Δx	Tebal dinding
T_f	Temperature pada suhu film
Re	Bilangan Reynold
Nu	Bilangan Nusselt
h	Koefisien konveksi
q	Laju perpindahan panas