



**SIMULASI MODEL PERPINDAHAN PANAS  
PADA PROSES PENETASAN TELUR  
MENGUNAKAN SYARAT BATAS *INTERFACE***

**SKRIPSI**

Oleh  
**Gilang Permana**  
**NIM 061810101078**

**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2012**



**SIMULASI MODEL PERPINDAHAN PANAS  
PADA PROSES PENETASAN TELUR  
MENGUNAKAN SYARAT BATAS *INTERFACE***

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Matematika (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh  
**Gilang Permana**  
**NIM 061810101078**

**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2012**

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Ibunda Erna Susilowati dan Ayahanda Djoko Purnomo tercinta, yang telah mendoakan dan memberi kasih sayang serta pengorbanan untuk putra tercintanya;
2. Guru-guru sejak Taman Kanak-kanak sampai Perguruan Tinggi, yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran;
3. Almamater Jurusan Matematika FMIPA Universitas Jember.

## **MOTO**

Bersikaplah seperti seekor bebek, tetap tenang dan santai di permukaan air.  
Namun terus menerus mengayuh kakinya dibawah permukaan air.  
(Promod Batra & Vijay Batra)

---

Promod Batra, Vijay Batra. 2006. *Management Think Tank*. Jakarta : PT. Bhuana Ilmu Populer.

## **PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

nama : Gilang Permana

NIM : 061810101078

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Simulasi Model Perpindahan Panas Pada Proses Penetasan Telur Menggunakan Syarat Batas *Interface*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Februari 2012

Yang menyatakan,

Gilang Permana  
NIM 061810101078

## **SKRIPSI**

### **SIMULASI MODEL PERPINDAHAN PANAS PADA PROSES PENETASAN TELUR MENGUNAKAN SYARAT BATAS *INTERFACE***

Oleh

Gilang Permana  
NIM 061810101078

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Drs. Rusli Hidayat, M.Sc.

Dosen Pembimbing Anggota : Drs. Moh. Hasan, M.Sc., Ph.D.

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Simulasi Model Perpindahan Panas Pada Proses Penetasan Telur Menggunakan Syarat Batas *Interface*” telah diuji dan disahkan pada :

hari, tanggal :

tempat : Fakultas MIPA Universitas Jember

Tim Penguji :

Ketua,

Sekretaris,

Drs. Rusli Hidayat, M.Sc.  
NIP 19661012 199303 1 001

Drs. Moh. Hasan, M.Sc., Ph.D.  
NIP 19640404 198802 1 001

Penguji I,

Penguji II,

Kristiana Wijaya, S.Si., M.Si.  
NIP 19740813 200003 2 004

Kusbudiono, S.Si., M.Si.  
NIP 19770430 200501 1 001

Mengesahkan

Dekan,

Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph.D.  
NIP 196101081986021001

## RINGKASAN

**Simulasi Model Perpindahan Panas Pada Proses Penetasan Telur Menggunakan Syarat Batas *Interface***; Gilang Permana, 061810101078; 2012: 40 halaman; Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Proses penetasan telur ayam, itik, burung atau telur unggas lainnya dapat dilakukan dengan dua cara yaitu alami dan buatan. Cara penetasan alami tergolong sebagai cara yang aman namun hasilnya sangat terbatas, sedangkan penetasan buatan dapat menetas telur sebanyak yang kita inginkan dengan menggunakan mesin penetas buatan, tetapi cara ini beresiko tinggi jika temperatur dan kelembabannya tidak dikontrol secara ketat dan akurasi yang tinggi. Pada penelitian ini dikaji bagaimana profil perpindahan panas pada proses penetasan telur jika parameter yang mempengaruhi perpindahan panas divariasikan. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui profil perpindahan panas pada proses penetasan telur, sehingga dari profil tersebut dapat dimanfaatkan sebagai acuan dalam pembuatan mesin penetas telur dan juga dapat menambah pengetahuan tentang proses penetasan telur.

Penelitian tentang perpindahan panas pada proses penetasan telur ini dibagi menjadi empat tahap yaitu identifikasi parameter, pembuatan program, simulasi, validasi, dan analisis hasil. Penentuan nilai parameter diambil dari data yang telah diperoleh dan sebagian diambil dari beberapa literatur yang berkaitan dengan proses penetasan telur. Setelah menentukan parameter, dilanjutkan dengan pembuatan program dengan bantuan *software* Matlab 7.8, dimana dalam langkah ini diberikan GUI dari simulasi perpindahan panas pada proses penetasan telur. Langkah selanjutnya yaitu melakukan simulasi dengan cara menginput parameter-parameter yang telah ditentukan sebelumnya, dimana sebagian dari nilai parameter tersebut divariasikan. Kemudian tahap terakhir yaitu menganalisis *output* dari simulasi tersebut

Dari simulasi yang telah dilakukan, dihasilkan profil dari masing-masing ketiga jenis telur tersebut, secara umum telur ayam memiliki perpindahan panas yang paling cepat, sedangkan telur bebek memiliki perpindahan panas yang paling lambat. Dilihat dari segi temperatur lingkungan ( $T_{ambient}$ ), telur puyuh memiliki perpindahan panas yang cepat apabila dipanaskan pada temperatur  $37^{\circ}\text{C}$ , telur ayam memiliki perpindahan panas yang cepat apabila dipanaskan pada temperatur  $38^{\circ}\text{C}$  atau  $39^{\circ}\text{C}$ , dan telur bebek memiliki perpindahan panas yang cepat apabila dipanaskan pada temperatur  $37^{\circ}\text{C}$  atau  $39^{\circ}\text{C}$ . Dilihat dari segi panjang sumbu telur, telur puyuh, ayam, dan bebek memiliki perpindahan panas yang cepat apabila panjang sumbu telur dibawah rata-rata.

Pada simulasi perpindahan panas pada proses penetasan telur, nilai parameter konduktivitas thermal, panas spesifik, kepadatan massa, dan panjang sumbu mayor telur mempengaruhi profil dari perpindahan panas pada proses penetasan telur. Apabila semakin rendah nilai konduktivitas thermal dan kepadatan massa suatu materi, maka semakin lama waktu yang diperlukan untuk memanaskan materi tersebut. Sedangkan bila diberikan panas spesifik yang semakin tinggi maka semakin lama waktu yang diperlukan untuk memanaskan materi tersebut. Secara umum telur yang mempunyai karakteristik nilai konduktivitas termal yang semakin tinggi, panas spesifik yang semakin rendah, dan kepadatan massa yang semakin tinggi memiliki kemampuan perpindahan panas yang cepat. Selain itu jika panjang sumbu telur dibawah rata-rata juga semakin cepat dalam kecepatan waktu penstabilan temperatur telur.

## PRAKATA

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Simulasi Model Perpindahan Panas Pada Proses Penetasan Telur Menggunakan Syarat Batas *Interface*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember.

Dalam penyelesaian karya tulis ilmiah ini, penulis telah banyak mendapat bantuan dan dorongan baik secara langsung maupun tak langsung dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. Rusli Hidayat, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Drs. Moh. Hasan, M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing anggota, yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penyusunan skripsi ini;
2. Ibu Kristiana Wijaya, S.Si., M.Si., dan Bapak Kusbudiono, S.Si., M.Si., selaku Dosen Penguji yang telah memberi kritik dan saran dalam penyusunan skripsi ini;
3. Ibu Endhah Purwandari, S.Si., M.Si., selaku Ketua Laboratorium Fisika Dasar Fakultas MIPA Universitas Jember yang telah memberi saran dan membantu dalam mendapatkan data;
4. Bapak Budiyo, selaku teknisi Laboratorium Fisika Dasar Fakultas MIPA Universitas Jember dan Fatimatus Zahro yang telah membantu dalam mendapatkan data;
5. Miftahur Roifah yang telah membantu dalam menyusun program skripsi ini;
6. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Jember, Februari 2012

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN MOTO.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN .....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>RINGKASAN.....</b>	<b>viii</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Perumusan Masalah.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Tujuan.....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Manfaat.....</b>	<b>3</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Telur.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Hukum Fourier untuk Transfer Panas.....</b>	<b>6</b>
<b>2.3 Ellipsoida .....</b>	<b>9</b>
<b>2.4 Persamaan Panas pada Bola .....</b>	<b>10</b>
<b>2.5 Syarat Awal dan Syarat Batas pada Bola.....</b>	<b>12</b>
2.5.1 Syarat Awal .....	12
2.5.2 Syarat Batas .....	12
<b>2.6 Metode Numerik.....</b>	<b>15</b>
2.6.1 Skema Eksplisit .....	17
2.6.2 Skema Implisit.....	18
2.6.3 Skema Crank-Nicholson .....	19
2.6.4 Skema Metode- $\theta$ .....	20

<b>2.7 Prinsip Perpindahan Panas Pada Proses Penetasan Telur ....</b>	<b>21</b>
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>24</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>26</b>
<b>4.1 Identifikasi Parameter.....</b>	<b>26</b>
<b>4.2 Pembuatan Program .....</b>	<b>27</b>
<b>4.3 Simulasi dan Validasi .....</b>	<b>33</b>
4.3.1 Variasi temperatur lingkungan ( $T_{ambient}$ ) .....	33
4.3.2 Variasi panjang sumbu mayor telur.....	35
<b>4.4 Analisis Hasil .....</b>	<b>37</b>
<b>BAB 5. PENUTUP .....</b>	<b>39</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>39</b>
<b>5.2 Saran.....</b>	<b>39</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>40</b>
<b>LAMPIRAN PROGRAM.....</b>	<b>41</b>

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Potongan melintang telur itik .....	4
Gambar 2.2 Konduksi Panas Melewati Dinding dengan ketebalan $\Delta x$ dan Luas Daerah $A$ .....	6
Gambar 2.3 Konduksi Panas pada Dinding Ganda .....	6
Gambar 2.4 Konduksi Panas pada Dinding dengan ketebalan $2\Delta x$ dan Daerah $A$ .....	7
Gambar 2.5 Sketsa yang Melukiskan Perjanjian tentang Tanda untuk Aliran Panas .....	8
Gambar 2.6 Ellipsoida.....	9
Gambar 2.7 Sistem Koordinat Bola.....	9
Gambar 2.8 Panas Merambat Secara Simetri Antara $r_1$ dan $r_2$ .....	11
Gambar 2.9 Skema dari Syarat Batas di Pusat .....	13
Gambar 2.10 Ilustrasi tentang Aliran Panas pada <i>Interface</i> .....	14
Gambar 2.11 Skema tentang Perpindahan Panas pada Permukaan Luar .....	15
Gambar 2.12 Bidang Hitungan Penyelesaian Numerik .....	16
Gambar 2.13 Skema Metode Eksplisit .....	17
Gambar 2.14 Skema Metode Implisit.....	19
Gambar 2.15 Skema Metode- $\theta$ .....	21
Gambar 3.1 Skema Metode Penelitian.....	24
Gambar 4.1 Tampilan GUI program simulasi model perpindahan panas pada proses penetasan telur menggunakan syarat batas <i>interface</i> .....	27
Gambar 4.2 Profil perpindahan panas pada telur dengan temperatur 37°C.....	34
Gambar 4.3 Profil perpindahan panas pada telur dengan temperatur 38°C.....	34
Gambar 4.4 Profil perpindahan panas pada telur dengan temperatur 39°C.....	35
Gambar 4.5 Profil perpindahan panas pada telur dengan panjang sumbu di bawah rata-rata .....	36
Gambar 4.6 Profil perpindahan panas pada telur dengan panjang sumbu diatas rata-rata .....	36