



**ANALISIS MODEL MATEMATIKA PROSES
PEMBAKARAN BATU BATA DENGAN
METODE VOLUME HINGGA**

SKRIPSI

Oleh

FERY HENDRA MUKTI

NIM 080210191054

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2012



ANALISIS MODEL MATEMATIKA PROSES PEMBAKARAN BATU BATA DENGAN METODE VOLUME HINGGA

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

Oleh
FERY HENDRA MUKTI
NIM 080210191054

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2012

PERSEMBAHAN

Segala puji bagi Allah, Tuhan yang Maha pengasih lagi Maha Penyayang, serta sholawat dan salam semoga terlimpah kepada makhluk ciptaan-Mu yang paling mulia, Nabi Muhammad S.A.W. Kupersembahkan secuil kebahagiaan penggalan syair dalam setiap detik perjalanan hidupku teriring rasa terima kasih kepada:

- 1. Ayahanda Setyadi dan Ibunda tercinta Munasri, Kakaku tersayang Hany Wijayanto dan Prima Wahyu Winata yang senantiasa mengalirkan rasa kasih sayang, cinta dan do'a yang tiada henti, dalam penulisan skripsi ini;*
- 2. Bapak Drs. Dafik, M.Sc, Ph.D dan Ibu Nurcholif DSL., S.Pd, M.Pd selaku pembimbing skripsi yang dengan sabar telah memberikan ilmu dan bimbingan selama menyelesaikan skripsiku;*
- 3. Para guru dan dosen terutama Bapak Arif Fatahillah, S.Pd, M.si yang saya anggap seperti kakak saya dan telah memberikan ilmu dan mengajari dengan penuh kesabaran;*
- 4. Seorang yang spesial dan selalu memberikan dukungan serta doanya padaku dalam menyelesaikan skripsi ini 'Retno Nur Khasanah';*
- 5. Teman-temanku FKIP Matematika angkatan 2008 terutama teman-teman Math. NR'08);*
- 6. Almamater Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.*

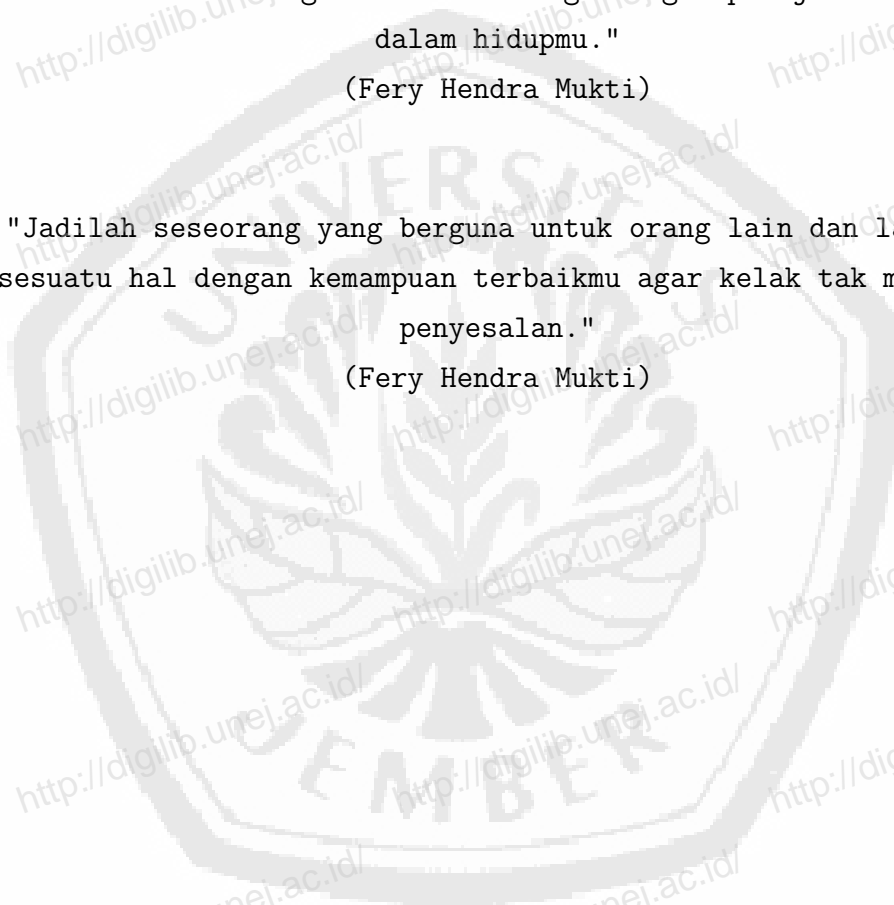
MOTO

"Terus berjalanlah kedepan jangan menyerah untuk menggapai asamu,
namun sesekali menengoklah kebelakang sebagai pelajaran berharga
dalam hidupmu."

(Fery Hendra Mukti)

"Jadilah seseorang yang berguna untuk orang lain dan lakukan
sesuatu hal dengan kemampuan terbaikmu agar kelak tak menjadi
penyesalan."

(Fery Hendra Mukti)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fery Hendra Mukti

NIM : 080210191054

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: Analisis Model Matematika Proses Pembakaran Batu Bata Dengan Metode Volume Hingga adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum diajukan pada instansi 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 adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 9 Oktober 2012

Yang menyatakan,

Fery Hendra Mukti

NIM. 080210191054

SKRIPSI

**Analisis Model Matematika Psoes
Pembakaran Batu Bata dengan
Metode Volume Hingga**

Oleh

Fery Hendra Mukti
NIM 080210191054

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.

Dosen Pembimbing Anggota : Nurcholif DSL, S.Pd., M.Pd.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Analisis Model Matematika Proses Pembakaran Batu Bata Dengan Metode Volume Hingga* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan pada:

hari : Selasa

tanggal : 9 Oktober 2012

tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Susi Setiawani, S.Si, M.Sc
NIP. 19700307 199512 2 001

Nurcholif DSL., S.Pd, M.Pd
NIP. 19820827 200604 2 001

Anggota I,

Anggota II,

Drs. Dafik, M.Sc, Ph.D.
NIP. 19680802 199303 1 004

Drs. Suharto, M.Kes.
NIP. 19540627 198303 1 002

Mengesahkan

Dekan Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jember,

Drs. H. Imam Muchtar, S.H., M.Hum
NIP. 19540712 198003 1 005

RINGKASAN

Analisis Model Matematika Proses Pembakaran Batu Bata Dengan Metode Volume Hingga; Fery Hendra Mukti, 080210191054; 2012: 128 halaman; Program Studi Pendidikan Matematika, Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

Kebutuhan dasar manusia ada tiga yaitu makan, pakaian, dan tempat tinggal. Tempat tinggal bisa dibangun dengan ditopang adanya tembok-tembok yang kokoh dimana tembok tersebut disusun dari batu bata. Batu bata yang memiliki kualitas yang baik harus melalui proses yang baik dan salah satunya adalah pembakaran. Dalam penelitian ini, peneliti akan menyajikan proses pembakaran batu yang dikaji secara ilmiah dengan ilmu matematika. Peneliti akan memodelkan proses pembakaran batu bata dengan meninjau energi dan momentum yang bekerja pada saat pembakaran batu bata dan menyimulasikan sebaran panas tersebut dengan *software* Matlab dan Fluent.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah: a) mengetahui model matematika proses pembakaran batu bata dengan Metode Volume Hingga, b) mengetahui model diskretisasi pembakaran batu bata dengan Metode Volume Hingga, c) mengetahui akurasi persamaan matematika proses pembakaran batu bata dengan metode volume hingga dalam menyelesaikan kasus penyebaran panas pada proses pembakaran batu bata.

Tahapan kegiatan penelitian ini meliputi, pertama, menentukan model matematika pembakaran batu bata dengan meninjau perubahan energi dan momentum dengan menggunakan Metode Volume Hingga. Kedua, menentukan diskretisasi model matematika proses pembakaran batu bata. Ketiga, membuat program matematika pembakaran batu bata dengan Matlab untuk mengetahui sebaran panas serta akurasi dengan batas toleransi yang ditentukan serta simulasi Fluent untuk mengetahui sebaran panas secara visual.

Hasil penelitian disimpulkan sebagai berikut. Pertama, model matematika pembakaran batu bata dengan Metode Volume Hingga yang dibuktikan pada *Observasi 1* yaitu:

$$\begin{aligned} & \rho u T_e \Delta y \Delta z (1 - A) + \rho u T_w \Delta y \Delta z (A - 1) + \rho v T_n \Delta x \Delta z (1 - A) + \rho v T_s \Delta x \Delta z \\ & (A - 1) + \rho w T_t \Delta x \Delta y (1 - A) + \rho w T_b \Delta x \Delta y (A - 1) = \rho g \beta (T - T_r) \Delta x \Delta y \Delta z \\ & - \left(\left(P - \frac{\rho \lambda}{\rho_r c} T_x \right) \Delta y \Delta z + \left(P - \frac{\rho \lambda}{\rho_r c} T_y \right) \Delta x \Delta z + \left(P - \frac{\rho \lambda}{\rho_r c} T_z \right) \Delta x \Delta y \right) \end{aligned}$$

Kedua, model diskretisasi pembakaran batu bata adalah berupa matriks persegi dengan ukuran $n \times n$ dengan persamaan matriks $P \times X = R \Leftrightarrow X = P^{-1} R$ yang dibuktikan pada *Observasi 2* dengan

Matriks P

$$\begin{aligned} P &= [0_{ij}]; & P(149:196:2304) &= 0; & P(450:784:1920) &= 0; \\ i, j &= 1, 2, 3, \dots, 48; & P(101:196:2064) &= 0; & P(499:784:1920) &= 0; \\ P(1 : 49 : 2304) &= A; & P(150:196:2112) &= 0; & P(548:784:1920) &= 0; \\ P(49 : 49 : 2304) &= B; & P(781:784:1728) &= 0; & P(597:784:1920) &= 0; \\ P(2 : 49 : 2304) &= C; & P(830:784:1728) &= 0; & P(646:784:1920) &= 0; \\ P(3 : 49 : 2208) &= D; & P(879:784:1728) &= 0; & P(695:784:1920) &= 0; \\ P(193 : 49 : 2304) &= E; & P(928:784:1728) &= 0; & P(744:784:1920) &= 0; \\ P(5 : 49 : 2112) &= F; & P(593:784:2112) &= 0; & & \\ P(9 : 49 : 1920) &= G; & P(642:784:2112) &= 0; & & \\ P(769 : 49 : 2304) &= H; & P(691:784:2112) &= 0; & & \\ P(17 : 49 : 1536) &= I; & P(740:784:2112) &= 0; & & \\ P(33 : 49 : 768) &= J & P(401:784:1920) &= 0; & & \end{aligned}$$

keterangan: (awal sel matriks: jarak antar anggota matriks: ukuran)

Matriks X

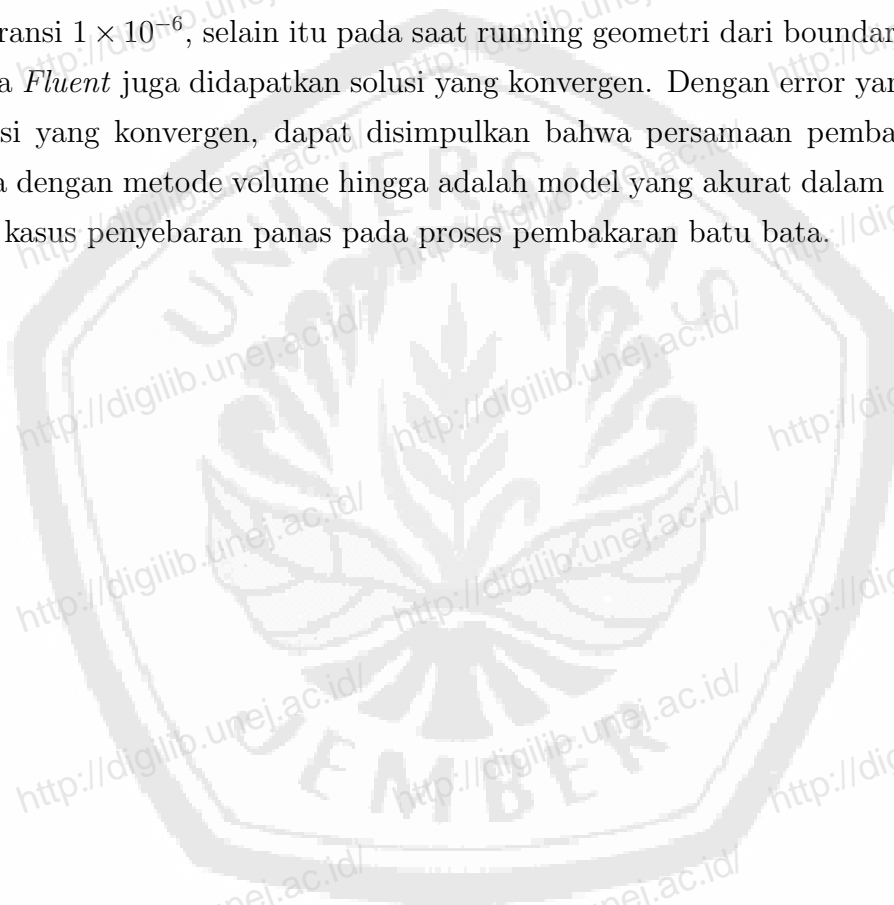
$$X = [T_i]; i = 1, 2, 3, \dots, 48$$

Matriks R

$$X = [K_i]; i = 1, 2, 3, \dots, 48$$

Ketiga, berdasarkan simulasi penyebaran panas pada proses pembakaran batu bata dari waktu satu jam pertama hingga sepuluh jam akan terus mengalami

kenaikan suhu yang signifikan, tapi saat pembakaran sudah memasuki waktu sebelas hingga empat puluh jam maka panas pada pembakaran batu bata akan cenderung konstan atau berubah namun tidak banyak. Hal itu berarti bahwa panas pada pembakaran batu bata akan mencapai suhu maksimal pada batas waktu tertentu. Setelah dilakukan penghitungan kesalahan atau error, ternyata persamaan pembakaran batu bata dengan metode volume hingga memiliki error yang kecil yaitu sebesar 8.659×10^{-7} dimana disini peneliti menggunakan batas toleransi 1×10^{-6} , selain itu pada saat running geometri dari boundary condition pada *Fluent* juga didapatkan solusi yang konvergen. Dengan error yang kecil dan solusi yang konvergen, dapat disimpulkan bahwa persamaan pembakaran batu bata dengan metode volume hingga adalah model yang akurat dalam menyelesaikan kasus penyebaran panas pada proses pembakaran batu bata.



PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah Swt. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Analisis Model Matematika Proses Pembakaran Batu Bata dengan Metode Volume Hingga". Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
3. Ketua Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
4. Dosen Pembimbing I dan Dosen Pembimbing II yang telah memberikan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
5. Dosen dan Karyawan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
6. semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini.

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

Jember, Oktober 2012

Penulis

DAFTAR ISI

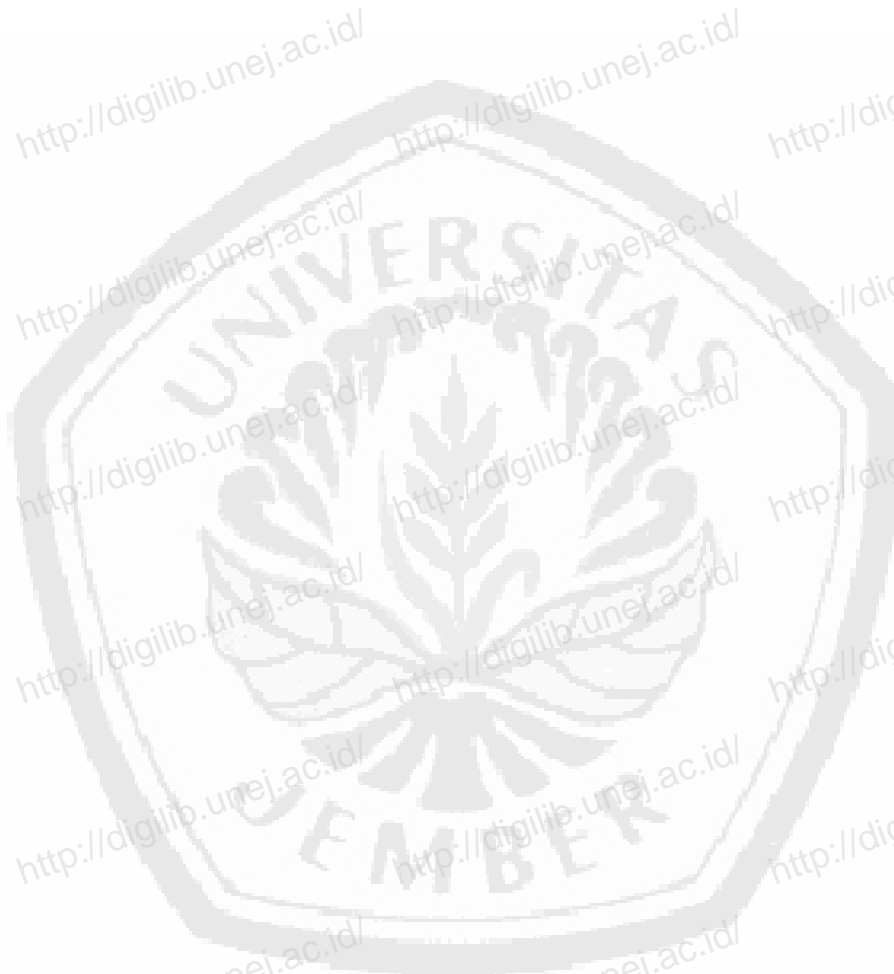
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Model Matematika	5
2.2 Batu Bata dan Proses Pembuatannya	6
2.3 Perpindahan Panas pada Proses Pembakaran Batu Bata	11
2.3.1 Metode Volume Hingga	14
2.3.2 Persamaan Momentum	19
2.3.3 Persamaan Energi	21
2.3.4 Teknik Diskretisasi <i>Quadratic Upwind Interpolation Con-</i> <i>fective Kinematics (QUICK)</i>	23
2.4 Penghitungan Galat atau Error	26
2.4.1 Galat atau error	26
2.4.2 MATLAB	27

2.5	<i>COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD)</i>	27
2.5.1	<i>GAMBIT</i>	30
2.5.2	<i>FLUENT</i>	31
3	METODOLOGI PENELITIAN	33
3.1	Desain Penelitian	33
3.2	Definisi Operasional	35
3.3	Tempat Penelitian	35
3.4	Metode Pengumpulan Data	35
3.5	Analisis Data	36
4	HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1	Persamaan Pembakaran Batu Bata	38
4.2	Diskretisasi Model Pembakaran Batu Bata dengan Metode Volume Hingga	46
4.3	Simulasi Sebaran Panas Pada Proses Pembakaran Batu Bata dengan Metode Volume Hingga	54
4.3.1	Simulasi Pemodelan	54
4.3.2	Hasil Komputasi Metode Volume Hingga dalam Menyelesaikan Kasus Proses Pembakaran Batu Bata	54
4.3.3	Galat atau error	63
5	KESIMPULAN DAN SARAN	65
5.1	Kesimpulan	65
5.2	Saran	66
	DAFTAR PUSTAKA	67

DAFTAR GAMBAR

2.1	Pencampuran Tanah Liat	9
2.2	Pencetakan Batu Bata	9
2.3	Pemilahan Batu Bata	10
2.4	Pengeringan Batu Bata	10
2.5	Pembakaran Batu Bata	11
2.6	Gradien Temperatur Normal	12
2.7	Simulasi Arah Panas Pembakaran Batu Bata	13
2.8	Sel Pusat dan Sel Vertex	17
2.9	Bentuk Volume Kendali Tiga Dimensi	18
2.10	Bagan Volume Kendali	19
2.11	Aliran Momentum pada Volume Kendali Tiga Dimensi	19
2.12	Energi pada Volume Kendali Tiga Dimensi	22
2.13	Diskritisasi <i>QUICK</i>	23
2.14	Matlab 7.0	28
2.15	Gambit	31
2.16	Fluent	32
3.1	Bagan Penelitian	34
4.1	Bagan volume kendali momentum	39
4.2	Bagan volume kendali energi	41
4.3	Partisi batu bata	48
4.4	Partisi batu bata tingkat 1	49
4.5	Partisi batu bata tingkat 2	49
4.6	partisi batu bata tingkat 3	50
4.7	Grafik suhu dengan waktu 1 jam, 5,5jam, dan 10 jam	56
4.8	Grafik suhu dengan waktu 11 jam, 15,5 jam, dan 20 jam	57
4.9	Grafik suhu dengan waktu 21 jam, 25,5 jam, dan 30 jam	58
4.10	Grafik suhu dengan waktu 31 jam, 35,5 jam, dan 40 jam	59
4.11	Simulasi kecepatan rambat panas pada pembakaran batu bata	60

4.12	Simulasi tekanan pada pembakaran batu bata	61
4.13	Grafik konvergensi simulasi pembakaran batu bata	64
5.1	GUI simulasi sebaran panas	80
5.2	GUI Error simulasi sebaran panas	97
5.3	Sketsa simulasi batu bata dengan gambit	105



DAFTAR TABEL

2.1	Momentum Masuk dan Keluar	20
2.2	Energi Masuk dan Keluar	23
5.1	Tabel suhu hasil simulasi pada 1, 5,5, dan 10 jam	98
5.2	Tabel suhu hasil simulasi pada 11, 15,5, dan 20 jam	99
5.3	Tabel suhu hasil simulasi pada 21, 25,5, dan 30 jam	100
5.4	Tabel suhu hasil simulasi pada 31, 35,5, dan 40 jam	101

