

**STUDI TENTANG PERPINDAHAN PANAS PADA LOGAM DENGAN
VARIASI NILAI BATAS AWAL MENGGUNAKAN METODE ITERASI
OVER RELAKSASI GAUSS-SEIDEL**

TESIS

**Disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Magister
Program Studi Ilmu Fisika**



Oleh:

**IMAM BASUKI
NIM S911202006**



**PROGRAM STUDI ILMU FISIKA
PASCASARJANA
UNIVERSITAS SEBALAS MARET
SURAKARTA
2016**

**STUDI TENTANG PERPINDAHAN PANAS PADA LOGAM DENGAN
VARIASI NILAI BATAS AWAL MENGGUNAKAN METODE ITERASI
OVER RELAKSASI GAUSS-SEIDEL**

TESIS

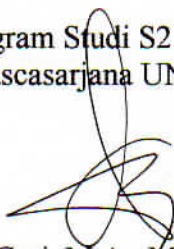
Oleh:

**Imam Basuki
NIM S911202006**

Komisi Pembimbing	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Pembimbing I	Prof. Drs. Cari, M.A., M.Sc., Ph.D NIP. 19610306 198503 1 002		.....
Pembimbing II	Prof. Dra. Soeparmi, M.A., Ph.D NIP. 19520915 197603 2 001		.....

Telah dinyatakan memenuhi syarat
Pada tanggal.....2016

Kepala Program Studi S2 Ilmu Fisika
Pascasarjana UNS



Prof. Drs. Cari, M.A., M.Sc., Ph.D.
NIP. 19610306 198503 1 002




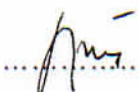
**STUDI TENTANG PERPINDAHAN PANAS PADA LOGAM DENGAN
VARIASI NILAI BATAS AWAL MENGGUNAKAN METODE ITERASI
OVER RELAKSASI GAUSS-SEIDEL**

TESIS

Oleh:

Imam Basuki
NIM S911202006

Tim Penguji

Jabatan	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	Drs. Harjana, M.Si., Ph.D NIP. 19590725198601 1 001		.....
Sekretaris	Khairuddin, S.Si., M.Phil., Ph.D. NIP. 19701018199702 1 001		.....
Anggota Penguji	Prof. Drs. Cari, M.A., M.Sc., Ph.D. NIP. 19610306 198503 1 002		.....
	Prof. Dra. Soeparmi, M.A., Ph.D NIP. 19520915 197603 2 001		.....

**Telah dipertahankan di depan penguji
Dinyatakan memenuhi syarat**

Pada tanggal



Direktur Pascasarjana UNS

Kepala Program Studi S2 Ilmu Fisika

Prof. Dr. Muhammad Furqon Hidayatullah, M.Pd.
NIP. 19600727 198702 1 001

Prof. Drs. Cari, M.A., M.Sc., Ph.D
NIP. 19610306 198503 1 002

PERNYATAAN ORISINALITAS DAN PUBLIKASI TESIS

Saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Tesis yang berjudul: “**STUDI TENTANG PERPINDAHAN PANAS PADA LOGAM DENGAN VARIASI NILAI BATAS AWAL MENGGUNAKAN METODE ITERASI OVER RELAKSASI GAUSS-SEIDEL**” ini adalah karya penelitian saya sendiri dan bebas plagiat, serta tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik, serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis digunakan sebagai acuan dalam naskah dan disebutkan dalam sumber acuan serta daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundangundangan (Permendiknas No. 17, Tahun 2010).
2. Publikasi sebagian atau keseluruhan dari isi Tesis ini pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seijin dan menyertakan tim pembimbing sebagai *author* dan PPs-UNS sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya satu semester (enam bulan sejak pengesahan tesis) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan tesis ini, maka PPs-UNS berhak mempublikasikannya pada jurnal ilmiah yang diterbitkan oleh Prodi Ilmu Fisika PPs-UNS. Apabila saya melakukan pelanggaran dari ketentuan publikasi ini, maka saya bersedia mendapatkan sanksi akademik yang berlaku.

Surakarta, November 2016
Mahasiswa

Imam Basuki
S911202006

KATA PENGANTAR

Segala puji hanya bagi Allah SWT, atas berkat rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul, “**STUDI TENTANG PERPINDAHAN PANAS PADA LOGAM DENGAN VARIASI NILAI BATAS AWAL MENGGUNAKAN METODE ITERASI OVER RELAKSASI GAUSS-SEIDEL**”. Penyusunan tesis ini bertujuan untuk memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh gelar Magister pada Program Studi Ilmu Fisika Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang banyak membantu dalam penulisan tesis ini. Ucapan terimakasih disampaikan kepada kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Muhammad Furqon Hidayatullah, M.Pd., selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Bapak Prof. Drs. Cari, M.Sc., M.A., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Ilmu Fisika Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta, sekaligus sebagai Pembimbing I yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan tesis ini.
3. Ibu Prof. Dra. Suparmi, M.A., Ph.D, selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan tesis ini.
4. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Ilmu Fisika Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta yang telah memberikan pendidikan dan pengajaran ilmu fisika dengan baik.
5. Orang tua ku, keluarga, dan anak istriku yang selalu mendoakan dan memberikan semangat dan motivasi.
6. Rekan dan saudaraku sekerja (WS) yang selalu memberi semangat dan dukungan moril dan materiil dalam penyelesaian tesis ini.
7. Rekan-rekan prodi ilmu fisika UNS, penulis mengucapkan terima kasih atas kritik dan saran pada tesis ini.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tesis ini.

Penulis menyadari bahwa dalam tesis ini masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun sebagai acuan tahapan penulisan selanjutnya. Dan akhirnya dengan segala keterbatasan penulisan ini semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi kita semua pada umumnya.

Surakarta, November 2016

Penulis

MOTTO

Kerjakanlah,... Wujudkanlah,... Raihlah Cita-Cintamu,...
Dengan Memulainya
Dari bekerja, Bukan Hanya Menjadi Beban di Dalam Impianmu

Sesungguhnya...
Bahwa Kesuksesan Selalu Disertai dengan Kegagalan

Maka...
Selalu berpikir besar, dan bertindak mulai sekarang...!!!
Lakukan yang terbaik, bersikaplah yang terbaik
maka kau akan menjadi orang terbaik

do the best, be good, then you will be the best

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismilah....

Kupersembahkan karya ini kepada :

Istri dan Anak-anakku, dengan segala pengorbanan dan pengertiannya selalu mendorongku menjadi “bapak” yang lebih baik.

Bapakku yang di Surga...

Ibuku, dan **seluruh keluarga besarku**, terima kasih atas cinta kasih dan dorongan semangatnya kepadaku...

Teman dan Kerabatku, terimakasih motivasinya.

Imam Basuki. S911202006. Studi Tentang Perpindahan Panas pada Logam dengan Variasi Nilai Batas Awal Menggunakan Metode Iterasi Over Relaksasi Gauss-Seidel. Tesis. Pembimbing I: Prof. Drs. Cari, M.A., M.Sc., Ph.D., II : Prof. Dra. Soeparmi, M.A., Ph.D.

ABSTRAK

Fokus penelitian ini adalah mencari perbedaan hasil iterasi pada masing-masing kondisi awal dan pada masing-masing penetapan nilai errornya untuk dijadikan dasar untuk menentukan pengaruh kondisi-kondisi yang diterapkan pada penyelesaian kasus perpindahan panas melalui metode iterasi overrelaksasi Gauss-Seidel. Penyelesaian aliran panas pada saat steady menggunakan metode Gauss-Seidel dengan variasi nilai kondisi awal dan besar grid $\Delta x = \Delta y = 0.01$ serta variasi nilai errornya menghasilkan kesimpulan bahwa : (1) Variasi kondisi batas awal tidak berpengaruh secara nyata pada terhadap jumlah iterasi yang menunjukkan kesetimbangan termal system. Dimana pada penelitian ini diperoleh hasil yaitu : variasi nilai kondisi awal 200; 150; 300; 50 dan 200; 50; 300; 150 serta 50; 100; 150; 300 pada nilai error sebesar 0,00001% menghasilkan jumlah iterasi untuk menyatakan kesetimbangan system pada iterasi ke-30 dan ke-31. Pada nilai error sebesar 0,0001% menghasilkan jumlah iterasi untuk menyatakan kesetimbangan system pada iterasi yang ke-24 dan ke-25. Nilai error sebesar 0,001% menghasilkan jumlah iterasi ke-20, ke-21 dan ke-22. (2) Variasi nilai error menyatakan terdapat pengaruh yang nyata pada perbedaan jumlah iterasi yang menunjukkan kesetimbangan termal system. Hal ini didasarkan pada hasil penelitian dimana nilai variasi error 0,00001%, 0,0001% dan 0,001% pada kondisi batas awal 200; 150; 300; 50 menghasilkan jumlah iterasi ke-30; 24 dan 20. Untuk variasi kondisi batas awal 200; 50; 300; 150 berturut-turut pada iterasi ke-31; 25 dan 21. Variasi kondisi batas awal 50; 100; 150; 300 berturut-turut pada iterasi ke-31; 25 dan 22.

Kata Kunci : Perpindahan Panas, Iterasi, Gauss-Seidel.

Imam Basuki. S911202006. Heat Transfer Study on Metal with Initial Boundary Value Variation Using Over Relaxation Iteration Gauss-Seidel Method *Thesis*. Supervisor I : Prof. Drs. Cari, M.A., M.Sc., Ph.D., II : Prof. Dra. Soeparmi, M.A., Ph.D.

ABSTRACT

The focus of this research is to find differences in the results of iteration on each of the initial conditions and the respective determination error value to be used as the basis for determining the influence of the conditions applicable to the settlement of cases of heat transfer through the iteration over relaxation Gauss-Seidel method. Completion heat flow at the time steady using Gauss-Seidel method with the variation of the initial conditions and the large grid $\Delta x = \Delta y = 0:01$ as well as variations in the value of error concluded that: (1) variation of initial boundary conditions do not affect significantly on the number of iterations that shows thermal equilibrium system. Where in this study showed that: the variation of the initial conditions 200; 150; 300; 50 and 200; 50; 300; 150 and 50; 100; 150; 300 on the value of error of 0.00001% produces the number of iterations to declare equilibrium system at iteration 30th and 31st. At a value of 0.0001% error produces the number of iterations to state equilibrium iteration system on the 24th and 25th. Value error of 0.001% produces the number of iterations of the 20th, 21st and 22nd. (2) Variation of error values stated are marked influence on differences in the number of iterations that shows thermal equilibrium system. It is based on the results of research in which the value of the error variation 0.00001%, 0.0001% and 0.001% with an initial limit of 200; 150; 300; 50 produces the number of iterations to 30; 24 and 20. Variation of the initial boundary conditions 200; 50; 300; 150 successive iteration to-31; 25 and 21. The variation of the initial boundary conditions 50; 100; 150; 300 successive iteration to-31; 25 and 22.

Keywords: Heat Transfer, iteration, Gauss-Seidel.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS DAN PUBLIKASI TESIS	i
KATA PENGANTAR	ii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
HALAMAN ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR SIMBOL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	4
E. Tujuan	4
E. Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Konsep Perpindahan Panas secara Konduksi	5
B. Metode Numerik.....	11
C. Teori Iterasi Gauss-Seidel	16
1. Pengertian Iterasi.....	16
2. Pengertian Iterasi Gauss-Seidel.....	16
3. Kriteria Kekonvergenan Untuk Metode Iterasi Gauss-Seidel.....	17
4. Cara Kerja	18
5. Cara penyelesaian persoalan	18
6. Perbaikan kekonvergenan memakai relaksasi.....	20
BAB III METODE PENELITIAN	22
A. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	22
B. Objek Penelitian	22
C. Instrumen Penelitian.....	22
D. Prosedur Penelitian.....	22

	E. Alur Penelitian.....	25
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	27
	A. Tahap Persiapan Analisa Data	
	1. Kajian Analitik Model Aliran Panas pada Plat	27
	2. Identifikasi Parameter.....	27
	3. Diskritisasi Model	28
	4. Program Bantu.....	31
	B. Paparan Data.....	31
	1. Kondisi Awal 200; 150; 300; 50	33
	a. hasil iterasi.....	33
	b. plot rambatan panas kondisi awal 200; 150; 300; 50.....	35
	2. Kondisi Awal 200; 50; 300; 150	37
	a. hasil iterasi.....	37
	b. plot rambatan panas kondisi awal 200; 50; 300; 150.....	38
	3. Kondisi Awal 50; 100; 150; 300	40
	a. hasil iterasi.....	40
	b. plot rambatan panas kondisi awal 50; 100; 150; 300.....	42
	4. Ringkasan Hasil Iterasi dengan variasi nilai kondisi batas awal	44
	C. Pembahasan	45
	1. Perbedaan rambatan panas di dalam system berdasarkan variasi nilai batasnya pada nilai error yang sama	46
	2. Perbedaan rambatan panas di dalam system berdasarkan nilai error pada nilai kondisi batas awal yang sama	50
BAB V	PENUTUP	55
	A. Kesimpulan.....	55

B. Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	60

DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
4.1. Hasil iterasi ke-30 pada logam dengan variasi suhu awal 200; 150; 300; 50 pada nilai error 0,00001%	32
4.2. Hasil iterasi ke-24 pada logam dengan variasi suhu awal 200; 150; 300; 50 pada nilai error 0,0001%	33
4.3. Hasil iterasi ke-20 pada logam dengan variasi suhu awal 200; 150; 300; 50 pada nilai error 0,001%	33
4.4. Hasil iterasi ke-31 pada logam dengan variasi suhu awal 200; 50; 300; 150 pada nilai error 0,00001%	37
4.5. Hasil iterasi ke-25 pada logam dengan variasi suhu awal 200; 50; 300; 150 pada nilai error 0,0001%	37
4.6. Hasil iterasi ke-21 pada logam dengan variasi suhu awal 200; 50; 300; 150 pada nilai error 0,001%	38
4.7. Hasil iterasi ke-31 pada logam dengan variasi suhu awal 50; 100; 150; 300 pada nilai error 0,00001%	41
4.8. Hasil iterasi ke-25 pada logam dengan variasi suhu awal 50; 100; 150; 300 pada nilai error 0,0001%	41
4.9. Hasil iterasi ke-21 pada logam dengan variasi suhu awal 50; 100; 150; 300 pada nilai error 0,001%	42
4.10. Ringkasan hasil iterasi pada masing-masing nilai error dengan variasi kondisi batas awal.....	45
4.11. perbedaan rambatan panas pada kondisi batas awal 200; 150; 300; 50 dan kondisi batas awal 200; 50; 300; 150, nilai error = 0.00001%	46
4.12. perbedaan rambatan panas pada kondisi batas awal 200; 150; 300; 50 dan kondisi batas awal 50; 100; 150; 300, nilai error = 0.00001%	46
4.13. perbedaan rambatan panas pada kondisi batas awal 200; 50; 300; 150 dan kondisi batas awal 50; 100; 150; 300, nilai error = 0.00001%	47
4.14. Perbedaan rambatan panas pada kondisi batas awal 200; 150; 300; 50 dan kondisi batas awal 200; 50; 300; 150, nilai error = 0.0001% ...	47
4.15. Perbedaan rambatan panas pada kondisi batas awal 200; 150; 300; 50 dan kondisi batas awal 50; 100; 150; 300, nilai error = 0.0001% ...	48
4.16. Perbedaan rambatan panas pada kondisi batas awal 200; 50; 300; 150 dan kondisi batas awal 50; 100; 150; 300, nilai error = 0.0001% .	48
4.17. Perbedaan rambatan panas pada kondisi batas awal 200; 150; 300; 50 dan kondisi batas awal 200; 50; 300; 150, nilai error = 0,001%	49
4.18. Perbedaan rambatan panas pada kondisi batas awal 200; 150; 300; 50 dan kondisi batas awal 50; 100; 150; 300, nilai error = 0,001%	49
4.19. Perbedaan rambatan panas pada kondisi batas awal 200; 50; 300; 150 dan kondisi batas awal 50; 100; 150; 300, nilai error = 0.001% ...	49
4.20. Perbedaan rambatan panas pada nilai error 0,00001% dan 0,0001% pada kondisi batas awal 200; 150; 300; 50	50
4.21. Perbedaan rambatan panas pada nilai error 0,00001% dan 0,001% pada kondisi batas awal 200; 150; 300; 50	50

4.22.	Perbedaan rambatan panas pada nilai error 0,0001% dan 0,001% pada kondisi batas awal 200; 150; 300; 50	50
4.23.	Perbedaan rambatan panas pada nilai error 0,00001% dan 0,0001% pada kondisi batas awal 200; 50; 300; 150	51
4.24.	Perbedaan rambatan panas pada nilai error 0,00001% dan 0,001% pada kondisi batas awal 200; 50; 300; 150	51
4.25.	Perbedaan rambatan panas pada nilai error 0,0001% dan 0,001% pada kondisi batas awal 200; 50; 300; 150	51
4.26.	Perbedaan rambatan panas pada nilai error 0,00001% dan 0,0001% pada kondisi batas awal 50; 100; 150; 300	52
4.27.	perbedaan rambatan panas pada nilai error 0,00001% dan 0,001% pada kondisi batas awal 50; 100; 150; 300	52
4.28.	Perbedaan rambatan panas pada nilai error 0,0001% dan 0,001% pada kondisi batas awal 50; 100; 150; 300	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
2.1. Arah aliran kalor.....	5
2.2. Konduksi kalor satu dimensi	5
2.3. Perubahan volume dari perubahan panjang rusuk $\Delta x, \Delta y, \Delta z$	9
2.4. Grid elemen	12
2.5. koordinat node masing-masing elemen.....	12
2.6. Temperatur rata-rata titik tengah T_{mn}	13
2.7. Ilustrasi aliran energy pada titik m,n	14
3.1. Plat yang dipanaskan dengan batas tertentu	24
3.2. Alur Penelitian.....	26
4.1. Plot rambatan panas logam pada nilai error = 0,00001% pada suhu awal 200; 150; 300; 50	34
4.2. Plot rambatan panas logam pada nilai error = 0,0001% pada suhu awal 200; 150; 300; 50	35
4.3. Plot rambatan panas logam pada nilai error = 0,001% pada suhu awal 200; 150; 300; 50	36
4.4. Plot rambatan panas logam pada nilai error = 0,00001% pada suhu awal 200; 50; 300; 150	38
4.5. Plot rambatan panas logam pada nilai error = 0,0001% pada suhu awal 200; 50; 300; 150	39
4.6. Plot rambatan panas logam pada nilai error = 0,001% pada suhu awal 200; 50; 300; 150	40
4.7. Plot rambatan panas logam pada nilai error = 0,00001% pada suhu awal 50; 100; 150; 300	42
4.8. Plot rambatan panas logam pada nilai error = 0,0001% pada suhu awal 50; 100; 150; 300	43
4.9. Plot rambatan panas logam pada nilai error = 0,001% pada suhu awal 50; 100; 150; 300	44

DAFTAR LAMPIRAN

1. Listing Program Matlab
2. Print Out Data Penelitian
3. Hasil Perbedaan Berdasarkan Nilai Batas Awalnya
4. Hasil Perbedaan Berdasarkan Nilai Errornya.

DAFTAR SIMBOL

q_x	: laju konduksi panas dalam arah x ($\frac{W}{m}$),
q_y	: laju konduksi panas dalam arah y ($\frac{W}{m}$),
c	: panas jenis ($W, \frac{s}{kg}, ^\circ C$),
ρ	: kepadatan massa ($\frac{kg}{m}$),
T	: suhu ($^\circ C$),
θ	: waktu (s).
$T(x_i)$	: fungsi di titik x_i ,
$T(x_{i+1})$	: fungsi di titik x_{i+1} ,
$T^{(n)}$	: turunan pertama, kedua, ketiga, ..., ke- n dari fungsi,
Δx	: langkah ruang, yaitu jarak antara x_i dan x_{i+1} ,
R_n	: kesalahan pemotongan,
$!$	: operator faktorial.