

**PRAKIRA CUACA AM MENGGUNAKAN
MODEL BAROTROPİK DUA TINGKAT**

SUSILA BAHRI

**SARJANA SAINS
UNIVERSITI PUTRA MALAYSIA
1988**

1100011644

CN 2

tesis
QC 995.5 .B3 1998



1100011644
Prakira cuaca am menggunakan model barotrofik dua tingkat /
Susila Bahri.



PERPUSTAKAAN
KOLEJ UNIVERSITI SAINS & TEKNOLOGI MALAYSIA
21030 KUALA TERENGGANU

1100011644			

PERPUSTAKAAN KOLEJ UNIVERSITI SAINS & TEKNOLOGI MALAYSIA (KUSTEM)			
Pengarang	SUSILA BAHARI	No. Panggilan	QC 995-5 S87
Judul Prakerja		menggunakan model...	
Tajuk	Waktu Pemulangan	Nombor Ahli	Tanda tangan

TESIS

**PRAKIRA CUACA AM MENGGUNAKAN MODEL BAROTROFIK
DUA TINGKAT**

Oleh

SUSILA BAHRI

**Tesis Yang Dikemukakan Sebagai Memenuhi Syarat Untuk
Mendapatkan Sarjana di Fakulti Sains dan Sastera Ikhtisas
Universiti Putra Malaysia Terengganu**

Disember 1998

FB31100011

PRAKATA

Dengan nama Allah yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, Alhamdulillah dan syukur ke hadral Allah yang telah memberikan nikmat dan ketabahan kepada saya, maka dengan izinNya tesis ini dapat disiapkan. Irtigan doa kesejahteraan ditujukan kepada arwah ayahanda Dr. Hj Syamsul Bahri Ar ruum ayat 48 (Terjemahan) :

Allah, Dialah yang mengirinkan angin, lalu angin itu menggerakkan awan dan Allah membentangkannya di langit menurut yang dikehendakiNya, dan menjadikannya bergumpal-gumpal, lalu kamu lihat hujan keluar dari celah-celahnya, maka apabila hujan itu turun mengenai hamba-hambaNya yang dikehendakiNya tiba-tiba mereka menjadi gembira.

Ku Dedikasikan tesis ini buat suami tercinta **Erison S.H**, ananda tersayang **Addiena Syamila** serta agama, bangsa dan negara.

PENGHARGAAN

Seterusnya ucapan terima kasih khusus kepada Prof. Dr Sulaiman Mohd Yasain, Dekan Fakulti Sains dan Sastera Iktisad yang telah dengan nama Allah yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang. Alhamdulillah dan syukur ke hadrat Allah yang telah memberikan nikmat dan ketabahan kepada saya, maka dengan izinNya tesis ini dapat disiapkan. Iringan doa kesejahteraan ditujukan kepada arwah ayahanda Dr. Hj Syamsul Bahri S.H, dan arwah ibunda Hjh Salbiah serta abang Sempurna Bahri SE, Akt. Tidak lupa buat suami tersayang Erison S.H yang juga sedang berjuang meneruskan pelajarannya. Buat anak yang dikasihi Addiena Syamila yang memahami tugas mama dan papa demi masa depan kita bersama.

Di dalam ruangan ini, ingin saya merakamkan setinggi penghargaan dan ucapan terima kasih kepada Prof. Madya Dr Ismail Bin Mohd selaku penyelia di atas tunjuk ajar serta bimbingan sepanjang penyelidikan ini dijalankan dan Dr Khalid Samo, Dr Mohd Nasir Saadon, Encik Idham Arif Ilyas selaku ahli jawatankuasa di atas sumbangan langsung dari segi tenaga dan idea sepanjang kerja-kerja menyiapkan tesis ini dijalankan. Ucapan terimakasih juga ditujukan kepada semua kakitangan UPM. Didoakan semoga Allah S.W.T memberkati kita semua. Penghargaan kepada kerajaan Malaysia di atas bantuan kewangan menerusi IRPA.

Seterusnya ucapan terima kasih diunjurkan khusus kepada Prof. Dr Sulaiman Mohd Yassin, Dekan Fakulti Sains dan Sastera Ikhtisas yang telah banyak membantu penulis dan keluarga selama melanjutkan pelajaran.

Akhirnya ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Universitas Andalas Padang, yang telah memberikan sumbangan dan cuti belajar sehingga sempurnanya penyelidikan ini.

BAB

1	PENDAHULUAN	1
	Latar Belakang	1
	Rasa Ingin Tahu	2
	Masa Persekitaran dan Kebudayaan	2
	Pernyataan Masalah	3
	Kepentingan Kajian	3
	Objektif Kajian	4
	Rancangan Tesis	4
2	PENDAHULUAN	5
	Pendahuluan	5
	Pernyataan Masalah	5
	Pernyataan Tujuan	10

	KANDUNGAN	13
		Mukasurat
	PENGHARGAAN	iii
	SENARAI ISTILAH	viii
	SENARAI RAJAH	xv
	ABSTRAK	xvi
	ABSTRACT	xviii
		38
BAB	EDARAN DAN PUSARAN	42
1	PENDAHULUAN	41
	Latar Belakang.....	41
	Kaedah Prakira Cuaca.....	42
	Model Prakira Barotrofik Dua Tingkat.....	42
	Pernyataan Masalah.....	44
	Kepentingan Kajian.....	44
	Objektif Kajian.....	44
	Rancangan Tesis.....	44
2	PERSAMAAN ASAS	6
	Pengenalan.....	6
	Persamaan Gerakan Mutlak.....	7
	Pecutan Gerakan Relatif.....	10

Persamaan Kuasi Geostrofik.....	73
Model Barotrofik.....	79
Model Barotrofik Dua Tingkat.....	81
Peta Konformal.....	86
Prosedur Pengiraan.....	89
Sistem Persamaan Linear.....	96
Kaedah Gauss-Jordan Terturun.....	97
5 PENGOLAHAN DATA.....	100
Pengenalan.....	100
Data dan Titik-titik Grid.....	101
6. KESIMPULAN.....	114
Ringkasan.....	114
Kesimpulan.....	115
Cadangan Kajian Masa Hadapan.....	116
RUJUKAN.....	117
LAMPIRAN.....	120
A. Vektor dan Operasi.....	121
B. Program Edaran Mutlak dan Penentu Jacobian.....	133
C. Program Gauss-Jordan Terturun.....	136
VITA.....	139

	SENARAI ISTILAH
m	: jisim
ρ	: ketumpatan
ΔV	: isipadu yang ditambahkan atau dihilangkan
V	: halaju khusus pada isipadu malar
u, v	: komponen halaju mengufuk ke timur dan utara
w	: komponen halaju mencancang
$\dot{u}, \dot{v}, \dot{w}$: komponen pecutan ke timur, utara dan ke atas
t	: masa
p	: tekanan
x, y, z	: paksi-paksi ke arah timur, utara dan atas
F	: geseran pada tekanan awal p_0 dan suhu T_0
F_x, F_y, F_z	: komponen geseran ke arah timur, utara dan atas
ϕ	: upaya kegravitian
α	: isipadu khusus
Ω	: halaju sudut bumi
$\Omega_x, \Omega_y, \Omega_z$: komponen-komponen halaju sudut bumi ke timur, utara dan ke atas
i, j, k	: vektor unit untuk paksi x, y, z

φ	: latitud
g	: pecutan graviti
div , D	: kecapahan
dW	: panas yang ditambahkan atau dihilangkan
c_v	: panas khusus pada isipadu malar
c_p	: panas khusus pada tekanan malar
T	: suhu
T_o	: suhu awal
dL	: perubahan isipadu khusus
R	: pemalar gas
E	: entropi
E_o	: entropi pada tekanan awal p_o dan suhu T_o
θ	: suhu keupayaan
γ	: kadar suhu lelap
γ_d	: kadar adiabatik kering
γ_s	: kadar adiabatik jenuh
d/dt	: pembezaan keseluruhan
$\partial/\partial t$: pembezaan separa
Z_p	: tinggi pada permukaan isobar

Z_0	: tinggi pada permukaan isentropik
M	: kemampuan "Montgomery"
f	: parameter Koriolis pada lintang ϕ
F	: aliran di sepanjang lengkung
C	: edaran relatif
V_s	: komponen halaju bagi suatu panjang lengkung
δr	: unsur garis pada suatu lengkung
L	: panjang lengkung
q_n	: vektor kepusaran yang tegak lurus pada satah
δA	: luas rantau kepusaran
\bar{q}_n	: nilai purata q_n
V_e	: halaju permukaan bumi
V_a	: halaju mutlak udara
q	: kepusaran relatif
q_e	: kepusaran permukaan bumi
Q_a	: kepusaran mutlak
Q_n	: komponen kepusaran mutlak yang tegak lurus ke permukaan bumi
q_n	: kepusaran relatif yang tegak lurus terhadap

N_n	: permukaan bumi per unit luas
Q_z	: kepusaran mutlak pada latitud ϕ
q_z	: kepusaran relatif pada latitud ϕ
\dot{V}	: perubahan halaju (pecutan) relatif terhadap masa
∇	: grad/ del kepusaran relatif terhadap masa
\dot{C}	: pecutan edaran terhadap masa
V_x, V_y, V_z	: komponen daya Koriolis ke timur, utara dan ke atas
Q_x, Q_y, Q_z	: komponen kepusaran relatif pada paksi x, y dan z
V_n	: komponen halaju yang tegak lurus terhadap lengkungan halaju tegak pada paksi p
ω_p	
A, V_g	: perluasan lengkungan per unit masa halaju relatif
A_E	: unjuran A pada satah khatulistiwa
ψ	: sudut dari paksi polar ke vektor unit n
S	: jumlah solenoid k
C_a	: edaran gerakan mutlak
Q_n	: perubahan komponen kepusaran mutlak masa
σ	: disepanjang vektor unit n terhadap masa
u_0, v_0	: komponen halaju pada daerah asal pergerakan angin pada tingkat tertentu

N_n	: jumlah solenoid per unit luas
E	: jejari purata rajah bumi
β	: parameter Rosby
\dot{f}	: perubahan parameter Koriolis terhadap masa
\dot{q}	: perubahan kepusaran relatif terhadap masa
$\dot{\phi}$: perubahan latitud terhadap masa
ω	: komponen halaju tegak disepanjang paksi p
q_x, q_y, q_z	: komponen kepusaran relatif pada paksi x, y dan z
Q_p	: kepusaran pada permukaan isobar
ω_p	: komponen halaju tegak pada paksi p
u_g, v_g	: komponen-komponen mengufuk halaju relatif geostrofik ke arah timur dan utara
Z	: tinggi geopotensial
Q_g	: edaran geostrofik
J	: jacobian
$\dot{\theta}$: perubahan suhu keupayaan terhadap masa
σ	: ukuran kestabilan statis
\bar{D}	: kecapahan purata
p	: tekanan pada tingkat tertentu

V_{gs}	: halaju angin geostrofik disepanjang lengkungan
ds	: unsur garis pada lengkungan tertutup L di bumi
x', y'	: koordinat pada peta konformal
V_g'	: halaju angin geostrofik pada peta konformal
q_g'	: kepusaran relatif geostrofik pada peta konformal
u_g', v_g'	: komponen halaju relatif geostrofik ke arah timur dan utara pada peta konformal
A'	: luas pada peta konformal
L'	: lengkungan pada carta konformal
V_{gs}'	: komponen tangensial dari V_g'
m	: ukuran peta konformal
Q_{g0}	: kepusaran geostrofik pada titik pusat grid
f_0	: parameter Koriolis pada titik pusat grid
H	: jarak mengufuk
J_0	: Jacobian pada titik pusat grid
Z_{t+dt}	: tinggi geopotensial pada masa $t + dt$
Z_{dt}	: tinggi geopotensial pada perubahan masa dt
Z_{t-dt}	: tinggi geopotensial pada masa $t - dt$

SENARAI RAJAH

Rajah	Mukasurat
Z ₀ 2.1. Hubungan pecut tinggi geopotensial pada masa t = 0	10
Z _(i,j) dengan pecut tinggi geopotensial pada grid (i,j)	
Q _(i,j) 2.2. Komponen hal edaran mutlak pada titik grid (i,j)	15
J _(i,j) 2.3. Kaitan gerakan Jacobian bagi titik grid (i,j)	31
3.1. Aliran dan edaran bendalir	43
3.2. Perubahan rangkaian partikel	44
3.3. Edaran di sepanjang batas suatu unsur luas	46
3.4. Hubungan kepusaran dan edaran	48
3.5. Luas pengembangan edaran	51
3.6. Diagram isipadu khusus dan tekanan	53
4.1. Lapisan permukaan isobar	82
4.2. Peta konformal	87
4.3. Grid baza hingga	90
4.4. Titik-titik grid pada rantau dan sempadan ramalan	95
5.1. Contoh titik-titik Grid	101

SENARAI RAJAH

Rajah	Mukasurat
2.1. Hubungan pecutan gerakan mutlak..... dengan pecutan gerakan relatif	10
2.2. Komponen halaju sudut.....	15
2.3. Kaitan gerakan dengan permukaan tekanan.....	31
3.1. Aliran dan edaran bendalir.....	43
3.2. Perubahan rangkaian partikel.....	44
3.3. Edaran di sepanjang batas suatu unsur luas.....	46
3.4. Hubungan kepusaran dan edaran.....	48
3.5. Luas pengembangan edaran.....	51
3.6. Diagram isipadu khusus dan tekanan.....	53
4.1. Lapisan permukaan isobar.....	82
4.2. Peta konformal.....	87
4.3. Grid beza hingga.....	90
4.4. Titik-titik grid pada rantau dan sempadan ramalan.....	95
5.1. Contoh titik-titik Grid.....	101

Abstrak tesis yang dikemukakan kepada Senat Universiti Putra Malaysia Terengganu bagi memenuhi syarat mendapatkan Ijazah Master Sains.

PRAKIRA CUACA AM MENGGUNAKAN MODEL BAROTROFIK

DUA TINGKAT

Oleh

SUSILA BAHRI

1998

Penyelia : Prof. Madya Dr Ismail Bin Mohd

Fakulti : Fakulti Sains dan Sastera Ikhtisas

Model prakira cuaca jangka pendek yang digunakan disini adalah model barotrofik dua tingkat. Model ini digunakan kerana ia dapat memberikan penghampiran bagi keadaan udara pada beberapa tingkat isobar yang lebih tinggi. Dengan menggunakan penghampiran beza hingga ini, persamaan kecapahan kuasigeostrofik dan persamaan termodinamik yang merupakan persamaan-persamaan prakira bagi tiap tingkat tersebut dapat ditentukan. Persamaan prakira kemudian dapat diselesaikan dengan menentukan kondisi batas samping sehingga

gerakan mencancang udara diperoleh. Dalam hubungan dengan peta konformal, persamaan kuasigeostrofik diubahsuai dengan menggunakan suatu formula. Selanjutnya persamaan-persamaan ini diubah menjadi persamaan-persamaan beza hingga. Ini dapat dilakukan dengan menggunakan grid-grid yang dipilih dengan suatu ukuran *mesh*. Akhirnya, untuk menyelesaikan persamaan-persamaan ini digunakan kaedah Gauss-Jordan terturun.

SUSILA BAHRI

1998

Supervisor : Prof. Madya Dr Ismail Bin Mohd

Faculty : Science and Professional Arts

Forecasting model for the short range weather prediction that is used here is the two level barotropic model. This model is applied because it can give approximation for the air condition covering to some higher isobar levels. By using the finite difference approximation, the *quasigeostrophic* vorticity equations and the thermodynamic equations that constitute forecasting equations for each level are determined. The forecasting