

JURNAL ILMIAH MATEMATIKA DAN TERAPAN

JUDUL EDISI INI :

- *PENGUKURAN HAMBATAN BAHAN NONOHMIK BERBASIS MIKROKONTROLER*
(Anis Nismayanti)
- *SIMULASI NUMERIK MODEL HIDRODINAMIKA 3 DIMENSI DI PERAIRAN TELUK LAMPUNG*
(Eko Efendi)
- *POLINOMIAL DARI MATRIX DAN APLIKASINYA UNTUK Mencari INVERS MATRIX SERTA EKSPONEN MATRIX*
(Mansur Gani)
- *PENENTUAN MODEL TERBAIK DALAM METODE PEMBELAJARAN TERPADU BIDANG STUDI FISIKA KONSEP MEKANIKA*
(Sandra)
- *SIFAT ADITIF INTEGRAL TERHADAP UKURAN YANG DIPERUMUM*
(Selvy Musdalifah)
- *IMPLEMENTASI WEB-SERVICE PADA SISTEM PELAYANAN PERIJINAN TERPADU SATU ATAP DI PEMERINTAH KOTA PALU*
(Mohammad Yasdi)



JURUSAN MATEMATIKA FMIPA
UNIVERSITAS TADULAKO

JIMT	Vol. 9	No.2	Hal. 1- 44	Palu, November 2011	ISSN 1829 - 8133
------	--------	------	------------	------------------------	---------------------

**JURNAL ILMIAH MATEMATIKA
DAN TERAPAN**



Pejindung/Penasehat

Rektor Universitas Tadulako

Penanggung Jawab

Ketua Jurusan Matematika FMIPA

Penyunting Ahli

DR. I Wayan Sudarsana

Selvy Musdalifah, S.Si.,M.Si

Pimpinan Redaksi

Andi Hendra, S.Si.,M.Kom

Penyunting Naskah

Anita Ahmad Kasim, S.Kom.,M.Cs

Redaksi Pelaksana

Selvy Musdalifah, S.Si.,M.Si

Bendahara

Fadjriyani, ST,M.Si

Alamat Redaksi :

Laboratorium Jaringan dan Perangkat Lunak

Jurusan Matematika FMIPA UNTAD

Kampus Bumi Tadulako Tondo Palu 94118

E-mail : nita.kasim@gmail.com

JURNAL ILMIAH MATEMATIKA DAN TERAPAN

DAFTAR ISI

	Halaman
1. PENGUKURAN HAMBATAN BAHAN NONOHMIK BERBASIS MIKROKONTROLER <i>(Anis Nismayanti)</i>	1-8
2. SIMULASI NUMERIK MODEL HIDRODINAMIKA 3 DIMENSI DI PERAIRAN TELUK LAMPUNG <i>(Eko Efendi)</i>	9-17
3. POLINOMIAL DARI MATRIX DAN APLIKASINYA UNTUK Mencari INVERS MATRIX SERTA EKSPONEN MATRIX <i>(Mansyur Gani)</i>	18-23
4. PENENTUAN MODEL TERBAIK DALAM METODE PEMBELAJARAN TERPADU BIDANG STUDI FISIKA KONSEP MEKANIKA <i>(Sandra)</i>	24-30
5. SIFAT ADITIF INTEGRAL TERHADAP UKURAN YANG DIPERUMUM <i>(Selvy Musdalifah)</i>	31-34
6. IMPLEMENTASI WEB-SERVICE PADA SISTEM PELAYANAN PERIJINAN TERPADU SATU ATAP DI PEMERINTAH KOTA PALU <i>(Mohammad Yasdi)</i>	35-44

SIMULASI NUMERIK MODEL HIDRODINAMIKA 3 DIMENSI DI PERAIRAN TELUK LAMPUNG

NUMERICAL SIMULATION 3 DIMENSIONAL HYDRODYNAMIC MODEL IN LAMPUNG BAY

Eko Efendi¹

¹Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian
Universitas Lampung, Jl. Šumantri Brodjonegoro No 1 Bandar Lampung 35143
Email: ekoefendi@unila.ac.id

Abstract

Hydrodynamic model is very important for simulate global oceanic circulation. Hydrodynamic model can be used to predict the distribution pattern of waste, sedimentation, etc. The aim of this research is to study the pattern circulation of current in the Lampung Bay, using a numerical model. A hydrodynamic model (Estuarine Lake Coastal Model (ELCOM) is applied to simulate the pattern of circulation. The results show that the pattern of currents in the bay head area tend swirling around the head of the bay, while for the area at the mouth of the bay flow patterns are influenced by tides.

Keyword: hydrodynamic model, current pattern, tides

Abstrak

Model hidrodinamika sangat penting untuk mensimulasi pola gerak air secara global. Model hidrodinamika dapat digunakan untuk mengaji pola sebaran limbah, nutrient bah bahan pencemar, sedimentasi dan sebagainya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat pola arus di Teluk Lampung dengan menggunakan data simulasi model yang divalidasi dengan data observasi. Simulasi model menggunakan model hidrodinamik (*Estuarine Lake and Coastal Model-ELCOM*) yang dikembangkan oleh *Center for Water Research – University of Western Australia*. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pola arus di daerah kepala teluk cenderung berputar-putar di sekitar kepala teluk, sedangkan untuk daerah di mulut teluk pola arus banyak dipengaruhi oleh pasang surut.

Kata kunci: model hidrodinamika, pola arus, pasang surut.

1. PENDAHULUAN

Terdapat dua musim dominan yang menggerakkan siklus musiman di daerah studi yaitu musim hujan dan musim kemarau. Musim kemarau berhubungan dengan muson tenggara, sementara musim hujan berhubungan dengan muson barat laut. Pola arus musiman selama musim kemarau mengalir dari bagian timur Laut Jawa ke arah barat, memasuki Samudera Hindia melewati Selat Sunda dan sebagian menuju ke Laut Cina Selatan. Akibatnya selama musim ini perairan Teluk Lampung dipengaruhi oleh massa air yang kaya nutrien dari Laut Jawa. Sebaliknya pada musim hujan arus mengalir dari Laut Cina Selatan ke timur (Laut Jawa) dan massa air dari Samudera Hindia mengalir menuju Laut Jawa melalui Selat Sunda. Selama periode musim hujan perairan Teluk Lampung dipengaruhi oleh massa air dari Samudera Hindia yang miskin nutrien (Buhring, 2001; Hendiarti *et al.*, 2002). Secara geografis Teluk Lampung berada pada 5°26' – 5°50' LS dan 105°10' – 105°53' BT dengan luas 847 km². Rata-rata kedalaman perairan 17,3 m dengan panjang pantai 160 km (Wiryawan *et al.*, 1999). Pola pasang surut dipengaruhi oleh Samudera Hindia sehingga menghasilkan pasang surut semi diurnal, dengan rata-rata kisaran pasang 1,46 m maka seluruh kolom air selalu tercampur karena kedalaman perairan yang relatif dangkal (Wiryawan *et al.*, 1999). Wiryawan *et al.* (1999) menyatakan selama musim hujan kecepatan arus berkisar antara 0,27 ms⁻¹ sampai 0,45 ms⁻¹. Kecepatan maksimum terjadi pada bulan Desember. Arah arus selama periode ini bergerak tetap ke tenggara. Sementara pada musim kemarau kecepatan arus berkisar antara 0,01 ms⁻¹ sampai dengan 0,36 ms⁻¹ dengan arah barat laut dan kecepatan arus minimum terjadi pada bulan Juli. Kecepatan arus bulanan di luar mulut teluk rata-rata berkisar antara 0,01 ms⁻¹ sampai 0,045 ms⁻¹, kecepatan maksimum terjadi pada bulan Januari dan Februari dan kecepatan minimum terjadi pada bulan Maret dan April (Wiryawan *et al.*, 1999). Secara regional selama musim kemarau massa air Teluk Lampung sangat

dipengaruhi oleh massa air dari Laut Jawa, yang dicirikan dengan nutrisi dan klorofil-a yang tinggi, sementara selama musim hujan massa air dipengaruhi oleh massa air dari Samudera Hindia yang relatif rendah nutrisi dan klorofil-a (Hendiarti *et al.*, 2002).

Seiring dengan berkembangnya metode numerik yang digunakan dalam pendekatan penyelesaian pergerakan massa air atau model hidrodinamika di perairan laut, telah banyak dikembangkan berbagai model ekosistem yang digabungkan dengan model hidrodinamika. Saat ini telah banyak penelitian yang dilakukan tentang model ekosistem, antara lain yang dikembangkan oleh Kawamiya *et al.* (1995); Kishi dan Uchiyama (1995); Yanagi *et al.* (1997); Moll (1998); Neumann (2000); serta Edwards *et al.* (2000). Penelitian tersebut secara umum telah memberikan hasil yang cukup valid jika dibandingkan dengan kondisi alamiahnya.

2. METODE

Simulasi model hidrodinamika di perairan Teluk Lampung dilakukan pada posisi 5°24'2" - 5°46'26" LS dan 105°8'7"-105°37'12' BT (Gambar 1.). Dengan menerapkan Radius Deformasi Rossby, maka dimensi lateral Teluk Lampung (50.000 m) jauh lebih kecil dari Radius Deformasi Rossby ($\lambda=54532768,4$), sehingga efek Coriolis (f) dapat diabaikan. Untuk memenuhi kriteria stabilitas Courant-Friedrichs-Lewy (CFL) dalam persamaan momentum dengan berdasarkan pada kedalaman maksimum dan lebar sel maka didapatkan langkah waktu dengan persamaan sebagai berikut :

$$\Delta t \leq \frac{\Delta L}{\sqrt{(2gH_{maks})}}; \Delta t \leq 15.65377 \text{ detik} \tag{1}$$

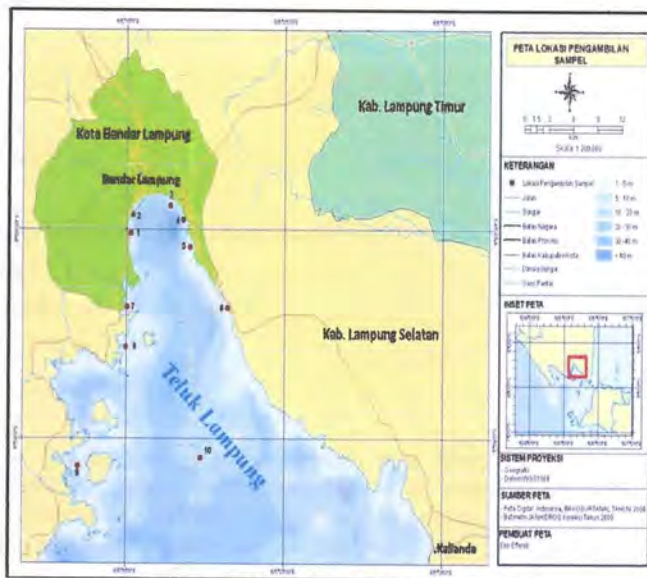
dimana:

ΔL : adalah lebar sel $=\Delta x=\Delta y=500$ meter

H_{maks} : adalah kedalaman maksimum perairan daerah model (52 m)

g : adalah percepatan gravitasi bumi = 9.81 m/s²

Maka langkah waktu yang memenuhi syarat kestabilan CFL adalah 15, 65 detik, tetapi langkah waktu (Δt) yang digunakan dalam simulasi adalah 15 detik. Daerah model dibagi dalam 85 x 109 sel dalam bentuk matrik dengan lebar sel (grid) $\Delta x = \Delta y = 500$ meter. Perubahan kedalaman diatur pada nilai konstan $\Delta z = 2$ meter, sehingga jumlah grid vertikalnya akan bervariasi tergantung kedalaman perairan.



Gambar 1: Peta Lokasi Domain Model

Syarat batas tertutup merupakan daerah yang tidak memungkinkan massa air melewatinya, atau kecepatan dengan arah tegak lurus pantai adalah sama dengan nol. Syarat batas tertutup dapat dikatakan juga sebagai daerah yang memiliki ketinggian lebih dari nol atau merupakan daerah daratan, sehingga berlaku persamaan :

$$(\bar{U}, \bar{V}, \bar{W}, \eta) = 0 \tag{2}$$

Daerah model yang berbatasan dengan laut terbuka merupakan syarat batas terbuka, dimana pada simulasi ini syarat batas terbuka ditarik sebagai garis lurus antara daerah Tanjung Tikus di sebelah barat hingga daerah Canti di sebelah timur.

2.1 Pengumpulan Data Sekunder

Data batimetri diperlukan untuk memprediksi variasi pola arus dan kecepatannya. Data batimetri merupakan hasil digitasi kedalaman dari peta batimetri yang dikeluarkan oleh Dishidros TNI-AL.

Parameter pasang surut digunakan sebagai data masukan di syarat batas terbuka untuk mengetahui proses yang membangkitkan proses hidrodinamika. Data pasang surut yang digunakan sebagai data masukan model adalah data prediksi pasang surut untuk daerah Bakauheni tahun 2007 yang dikeluarkan oleh Dinas Hidro Oseanografi (Dishidros) TNI AL. Data parameter pasang surut bervariasi terhadap waktu dan konstant sepanjang daerah syarat batas terbuka.

Data meteorologis yang digunakan meliputi data arah dan kecepatan angin, temperatur udara, radiasi sinar matahari, kelembaban relatif, tekanan atmosfer, penutupan awan, dan presipitasi (hujan) disajikan pada Gambar 7 dan 8. Data meteorologis diperoleh dari ECMWF (*European Center for Medium Range Forecasting*) yang diunduh dari situs www.ecmwf.int. Data meteorologis ini merupakan data analisis ulang dan interpolasi dari data meteorologis yang diperoleh dari berbagai pusat pengamatan dan parameter meteorologi dunia. dengan resolusi spasial $2,5^{\circ} \times 2,5^{\circ}$ dan interval setiap 3, 6, dan 12 jam pada ketinggian 10 m diatas permukaan laut dengan format NetCDF.

3.6 Desain Model Hidrodinamika

Dasar persamaan transpor yang digunakan dalam ELCOM adalah persamaan Navier Stokes yang dirata-ratakan terhadap waktu dengan perata-rataan Reynold yang ditulis sebagai

- Persamaan transpor:

$$\frac{\partial U_{\alpha}}{\partial t} + U_j \frac{\partial U_{\alpha}}{\partial x_j} = -g \left\{ \frac{\partial \eta}{\partial x_{\alpha}} + \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial}{\partial x_{\alpha}} \int_z^{\eta} \rho' dz \right\} + \frac{\partial}{\partial x_1} \left\{ v_1 \frac{\partial U_{\alpha}}{\partial x_1} \right\} + \frac{\partial}{\partial x_2} \left\{ v_2 \frac{\partial U_{\alpha}}{\partial x_2} \right\} + \frac{\partial}{\partial x_3} \left\{ v_3 \frac{\partial U_{\alpha}}{\partial x_3} \right\} - \square_{\alpha\beta} f U_{\beta} \quad (3)$$

- Kontinuitas:

$$\frac{\partial U_j}{\partial x_j} = 0 \quad (4)$$

- Kondisi batas momentum pada

- Permukaan bebas:

$$\frac{\partial U_{\alpha}}{\partial x_3} = 0 \quad (5)$$

- Dasar dan sisi:

$$U_i = 0 \quad (6)$$

- Transpor skalar

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} (C U_j) = \frac{\partial}{\partial x_1} \left\{ K_1 \frac{\partial C}{\partial x_1} \right\} + \frac{\partial}{\partial x_2} \left\{ K_2 \frac{\partial C}{\partial x_2} \right\} + \frac{\partial}{\partial x_3} \left\{ K_3 \frac{\partial C}{\partial x_3} \right\} + S \quad (7)$$

- Kondisi batas skalar

$$\frac{\partial C}{\partial x_j} = 0 \quad (8)$$

- Evolusi permukaan bebas (*Free Surface Evolution*)

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} = - \frac{\partial}{\partial x_{\alpha}} \int_b^{\eta} U_{\alpha} dz \quad (9)$$

- Gesekan angin pada permukaan bebas

$$(U_{*})_{\alpha}^2 = C_{10} \frac{\rho_{(udara)}}{\rho_{air}} (W_{\beta} W_{\beta})^{\frac{1}{2}} W_{\alpha} \quad (10)$$

- Input momentum oleh angin

$$\frac{dU_{\alpha}}{dt} = \frac{(U_{*})_{\alpha}^2}{h} \quad (11)$$

dimana, U : kecepatan Reynold yang dirata-ratakan atas waktu; i, j, k, m : komponen ruang; α, β : komponen ruang horizontal; η : tinggi permukaan bebas; ρ' : densitas anomali; ρ_0 : densitas acuan; g : konstanta gravitasi; f : konstanta *Coriolis*; $\square_{\alpha\beta}$: komponen permutasi tensor; v : viskositas molekular; C : konsentrasi skalar; W_{β} : kecepatan vektor angin dalam arah β ; C_{10} : koefisien *bulk stress* angin pada ketinggian 10 m; $(U_{*})_{\alpha}$: kecepatan *wind shear* pada arah α .

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Validasi Data Pasang Surut

Analisis data pasang surut dilakukan dari hasil pengamatan selama 15 hari yang berlokasi di Pelabuhan Panjang dilakukan menggunakan metode analisis harmonik. Dari hasil analisis data pasang surut didapatkan komponen pasang surut yang disajikan dalam Tabel 1. Komponen pasang surut yang telah didapatkan digunakan untuk mengetahui tipe pasang surut yang terjadi dengan menghitung bilangan *Formzahl*. Dengan nilai bilangan *Formzahl* tersebut maka tipe pasang surut di perairan Teluk

Lampung masuk dalam kisaran $0.25 < F < 1.5$, maka dikategorikan memiliki tipe pasang surut Campuran dominan Ganda.

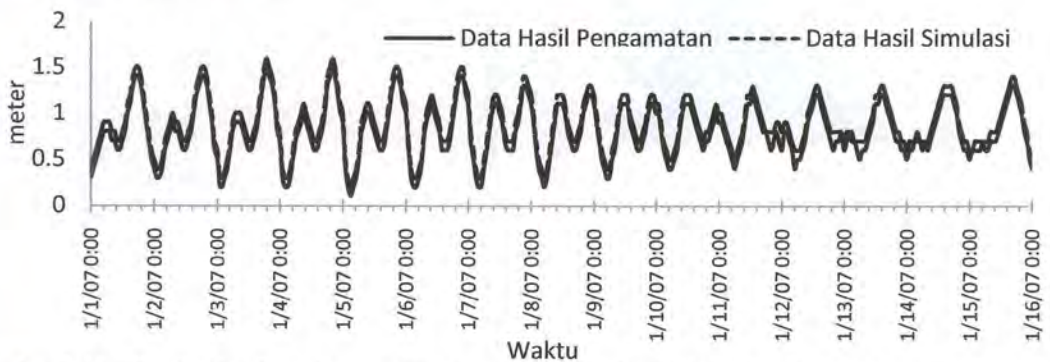
Tabel 1: Komponen Pasang Surut

Parameter	M2	S2	N2	K1	O1
Amplitudo	0.305	0.119	0.065	0.214	0.093
Fase	158.07	289.92	32.23	261.23	209.63
Frekuensi	1.9323	2.000	1.8960	1.0027	0.9295

Sumber: Hasil penelitian diolah

Verifikasi terhadap hasil luaran model dengan data lapangan disajikan pada Gambar 2. Untuk mengetahui tingkat keakuratan antara hasil simulasi dan data hasil pengamatan dilakukan validasi dengan metode *Standard Error* dan metode *Root Means Square Error (RMSE)*. Hasil verifikasi elevasi pasut dapat dilihat bahwa pola elevasi dan amplitudo pasang surut hasil simulasi mempunyai kemiripan dengan pola elevasi hasil pengamatan.

Amplitudo hasil simulasi memiliki nilai yang lebih besar dari hasil pengamatan, sedangkan fase gelombang pasut secara umum memiliki nilai yang berhimpitan antara data hasil pengamatan dan hasil simulasi. Tingkat keakuratan kedua data yang divalidasi diperoleh hasil nilai *Standar Error (SE)* 0.004030 dan nilai *Root Mean Square Error (RMSE)* 0.099. Nilai SE dan akar kuadrat tengah galat (RMSE) menyatakan bahwa semakin kecil nilai yang diperoleh maka semakin besar keakuratan atau kemiripan dari kedua data tersebut.

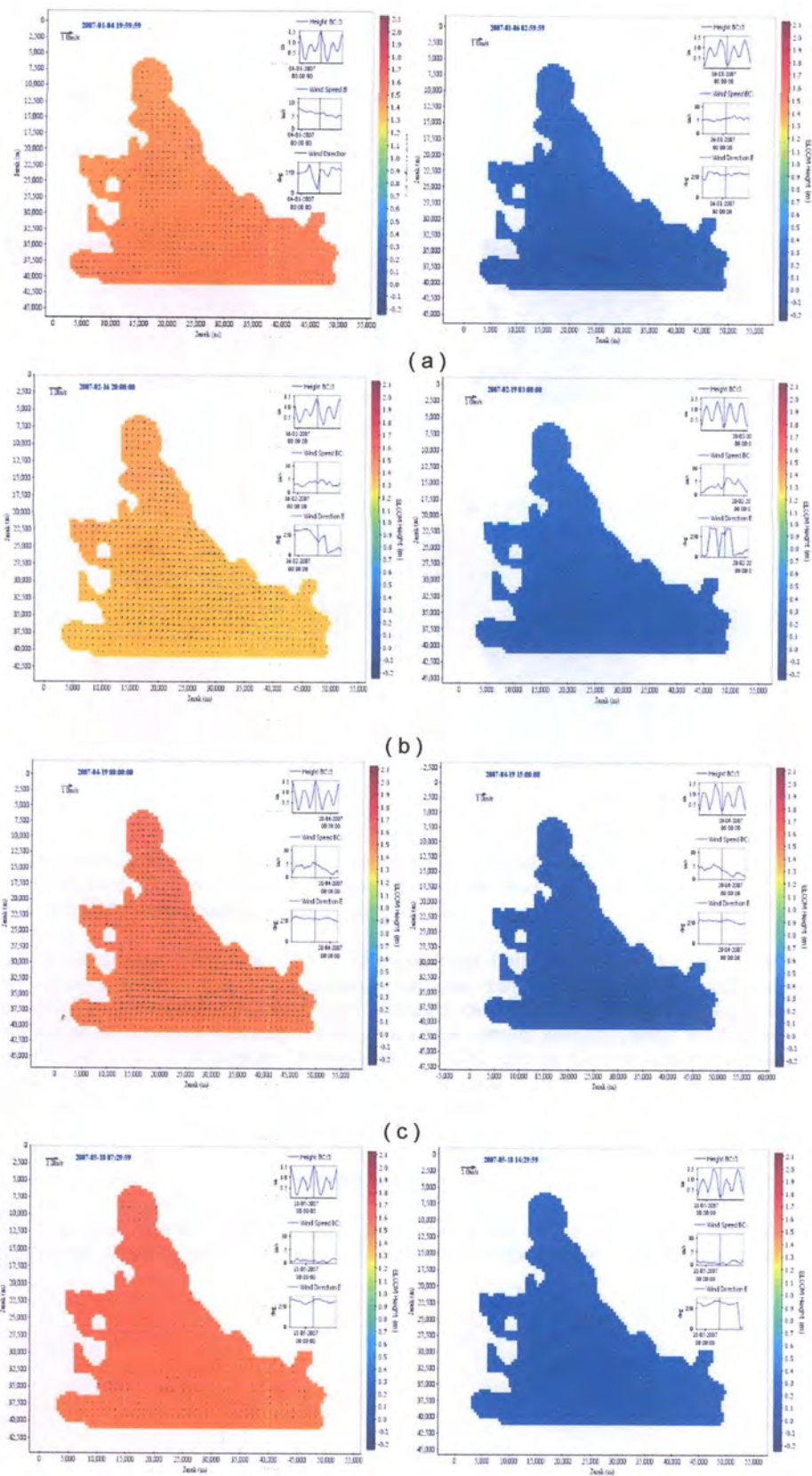


Gambar 2: Verifikasi pola elevasi pasang surut antara hasil simulasi dan hasil pengamatan

3.2 Pola Sebaran Arus

Hasil simulasi model hidrodinamika untuk pola sebaran arus horizontal disajikan pada Gambar 3, sedangkan pola sebaran arus vertikal disajikan pada Gambar 4 dan 5. Hasil simulasi pola sirkulasi arus di Teluk Lampung pada saat pasang purnama menunjukkan bahwa pada kondisi pasang tertinggi arus dominan bergerak dari arah selatan menuju utara atau arus bergerak masuk dari mulut teluk menuju ke kepala teluk. Sebaliknya pada saat kondisi surut terendah arus cenderung bergerak dari utara ke selatan atau keluar dari teluk.

Pola arus vertikal lebih didominasi oleh arus longitudinal (komponen arus v) dan arus meridional (Komponen arus u) dari pada pergerakan arus vertikalnya sendiri (komponen arus w), sehingga resultan vektor arusnya (komponen arus $u-w$ dan komponen arus $v-w$) lebih dominan bergerak ke arah barat-timur atau utara-selatan daripada ke arah dasar-permukaan kolom air. Magnitudo arus maksimum terjadi pada bulan Januari sedangkan magnitudo arus minimum terjadi pada bulan Mei. Secara umum arus memasuki wilayah teluk di bagian barat teluk di sekitar daerah Tanjung Tikus dan sebagian keluar lagi dari bagian timur di sekitar daerah Canti. Sebagian arus juga masuk dan keluar melalui bagian tengah mulut teluk, dan cenderung berputar berlawanan arah jarum jam ketika mendekati kepala teluk di sekitar Pulau Tegal. Pola arus ini menyebabkan sebagian besar material daratan yang terbawa aliran sungai yang berada di kepala teluk cenderung berputar-putar disekitar kepala teluk, sedangkan material dari daratan di sekitar Pelabuhan Panjang akan terbawa keluar teluk sepanjang sisi timur teluk.

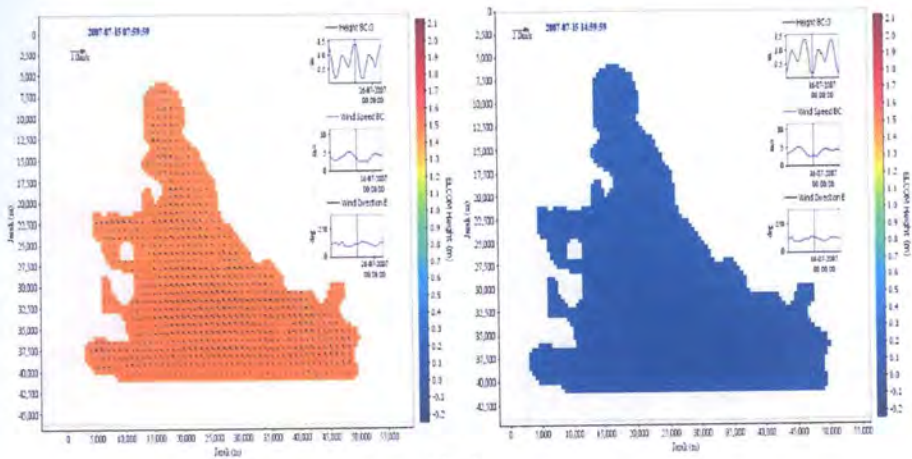


(a)

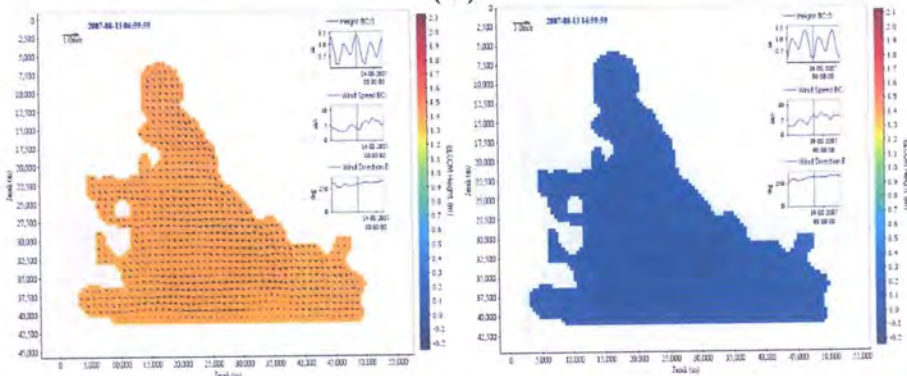
(b)

(c)

(d)



(e)



(f)

Gambar 3: Sebaran pola arus pada bulan Januari (a), Februari (b), April (c), Mei (d), Juli (e) dan Agustus (f). Sebelah kiri menunjukkan pola arus pada kondisi pasang tertinggi dan sebelah kanan pada kondisi surut terendah

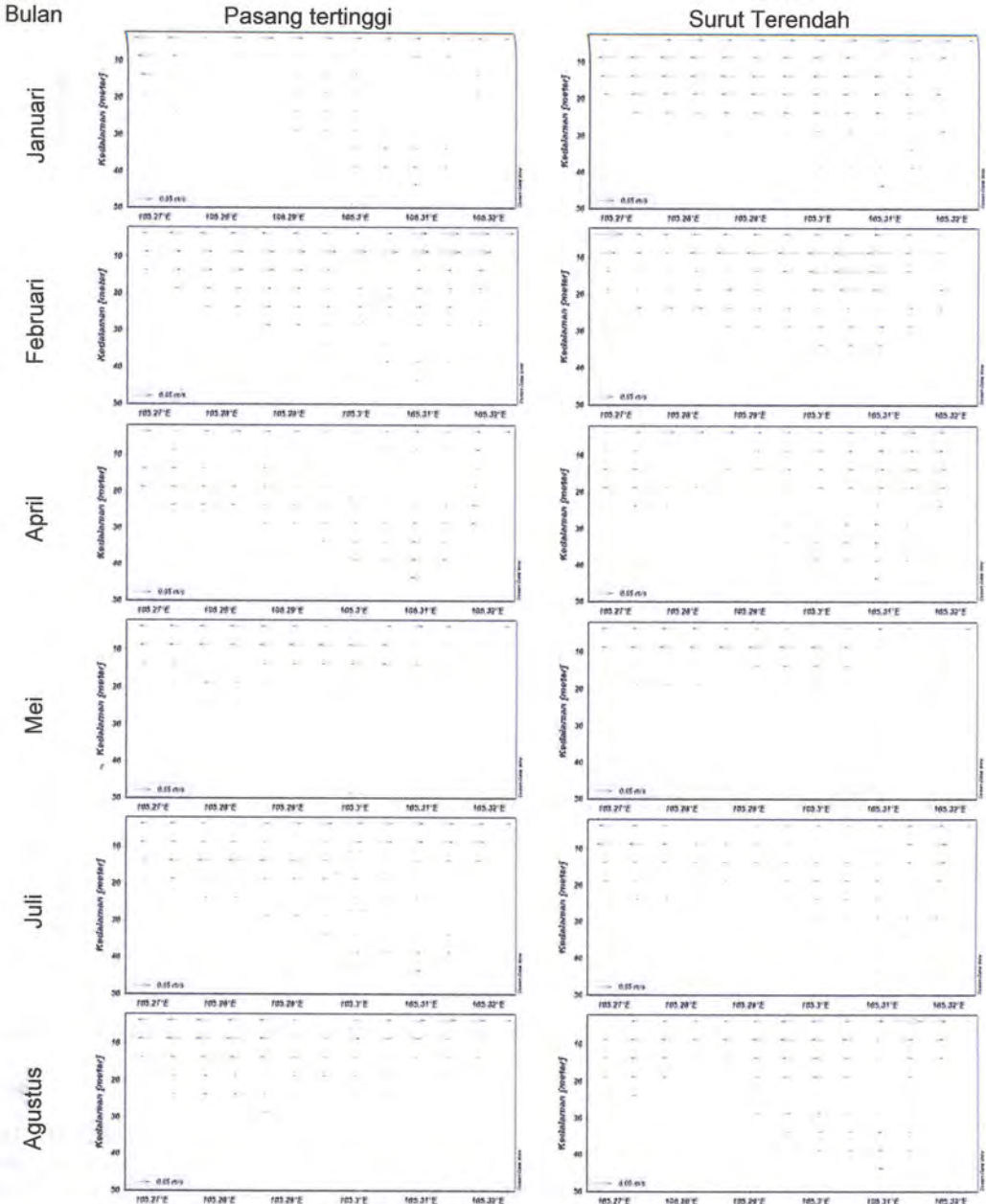
Hasil simulasi oleh Koropitan (2003) menunjukkan bahwa magnitudo arus pasut pada saat menuju surut mencapai ~ 0.1 m/s pada pasang purnama dan ~ 0.06 m/s pada saat pasang perbani, sedangkan hasil simulasi yang dilakukan oleh Mihardja dkk. (1995) menunjukan pola arus yang sama dengan magnitudo maksimum mencapai 0.05 m/s untuk semua kondisi pasut. Perbedaan magnitudo dengan hasil simulasi yang dilakukan Mihardja dkk. (1995) diduga karena adanya perbedaan luasan daerah model. Daerah model penelitian ini hampir mencapai mulut teluk, sedangkan model Mihardja dkk. (1995) memiliki daerah model hanya mencapai daerah tengah teluk. Perbedaan dengan hasil simulasi yang dilakukan Koropitan (2003) diduga karena adanya perbedaan metode yang digunakan. Metode numerik yang digunakan oleh Koropitan (2003) adalah metode *leap-frog* dengan perata-rataan kedalaman atau model 2-dimensi, sedangkan metode pada penelitian ini adalah model 3 dimensi dengan metode semi implisit dua langkah.

Magnitudo arus menunjukkan adanya perbedaan antara arus pada saat pasang tertinggi dan pada saat terendah serta berbeda antara setiap bulannya. Perbedaan manitudo arus tersebut disajikan pada Tabel 2.

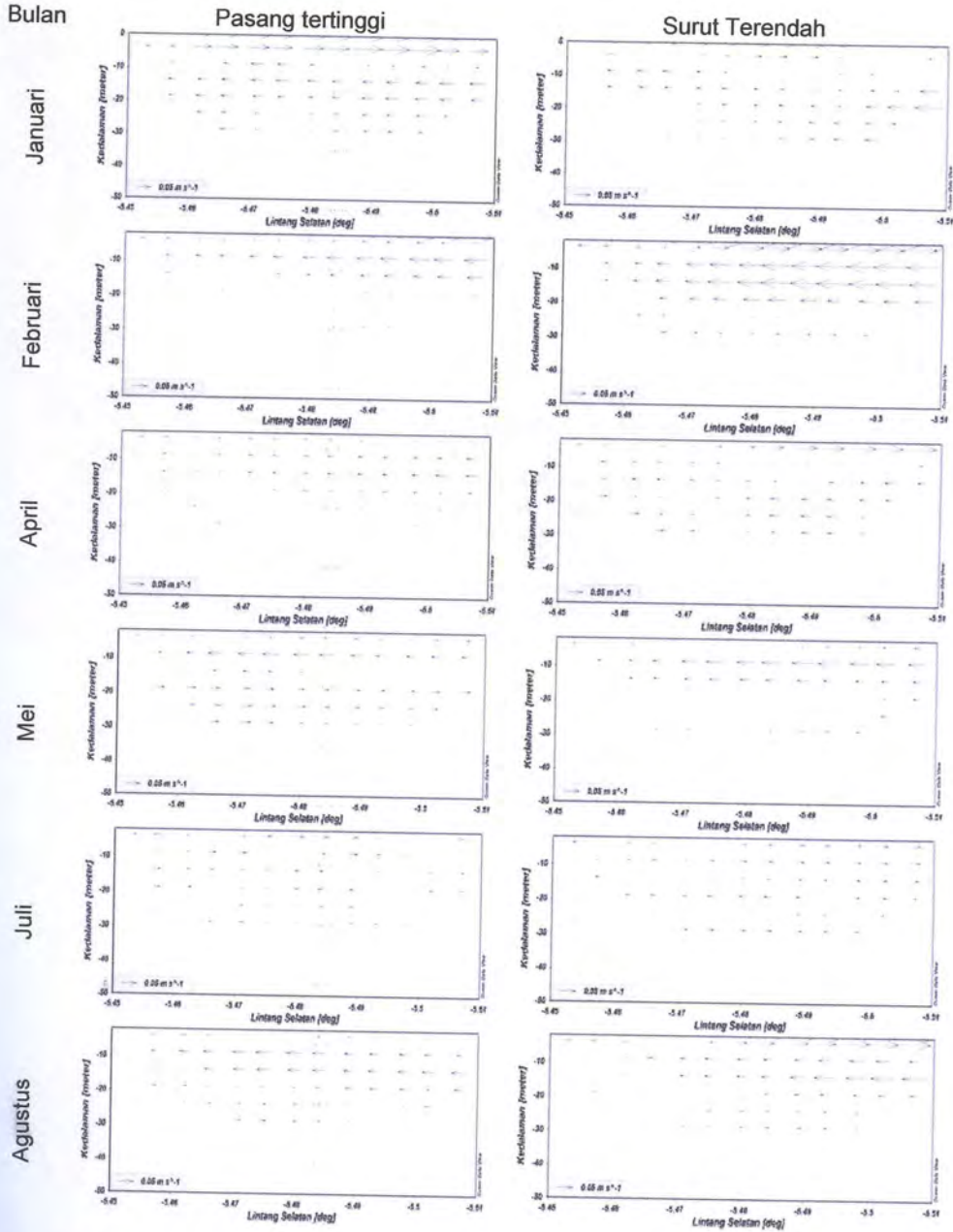
Tabel 2: Kisaran magnitudo arus di perairan Lampung pada kondisi pasang purnama

Bulan	Kecepatan Maksimum (m/s)	Kecepatan Minimum (m/s)	Arah yang Dominan (°)
Januari	0.51	0.02	32 - 354
Februari	0.55	0.01	42 - 270
April	0.52	0.01	47 - 262
Mei	0.39	0.01	50 - 235
Juli	0.52	0.02	81 - 270
Agustus	0.53	0.03	88 - 272

Sumber : Hasil penelitian diolah



Gambar 4: Pola sebaran arus potongan membujur barat-timur hasil simulasi pada kondisi pasang purnama



Gambar 5: Pola sebaran arus potongan melintang utara-selatan hasil simulasi pada kondisi pasang purnama

UCAPAN TERIMA KASIH

Center for Water Research University of Western Australia yang telah menyediakan sumber kode pemodelan Estuarine Lake and Coastal Model (ELCOM) v2.2.

DAFTAR PUSTAKA

- Buhring, C. 2001. East asian monsoon variability on orbital and milenial to sub decadal time scale. Ph.D. Thesis.Christian-Albrechts Universitat zu Kiel.
- Edwards, C. H., H. P. Batchelder and T. M. Powell. 2000. Modelling microzooplankton and macrozooplankton dynamic within a coastal upwelling system. *Journal of Plankton research*. Vol 22(9): 1619-1648.
- Hendiarti, N., H. Siegel and T. Ohde. 2002. Distiction of different water masses in around The Sunda Strait: satelite observation and in situ measurement. Proceeding Vol II. Pan Ocean Remote Sensing Conference (PORSEC): Remote Sensing and Ocean Science for Marine Resources Exploration and Environment, Bali, Indonesia. Pp. 681-686.
- Kawamiya, M., M. J. Kishi, Y. Yamanak, and N. Suginothara. 1995. An ecological-physical coupled model applied to station papa. *Journal of Oceanography*, vol 51, pp.635-664.
- Kishi, M. J. and M. Uchiyama. 1995. A three dimensional numerical model for mariculture nitrogen cycle; case study in Shizugawa Bay, Japan. *Fish Oceanogr.* 4:4,pp.303-316.
- Koropitan, A. F. 2003. Pemodelan ekosistem perairan di Teluk Lampung. Thesis magister Program Khusus Oseanografi, Program Studi Oseanografi dan Sain Atmosfer. Program Pasca Sarjana, Institut Teknologi Bandung.
- Mihardja, D. K., I. M. Radjawane dan M. Ali. 1995. Studi penyebaran air panas di Tarahan, Lampug. PT. Wiratman dan Associates. Jakarta..
- Moll, A. 1998. Regional distribution of primary production in the North Sea simulated by a three dimensional model. *J. Mar. Syst.* (16): 151-170.
- Neuman, T. 2000. Towards a 3D-ecosytem model of The Baltic Sea. *J.Mar.Syst.*(25): 405-419.
- Wiryawan, B., B. Marsden, H. A. Suşanto. A. K. Mahi, M. Ahmad and H. Poespitasari. 1999. Lampung coastal resources atlas. Government of Lampung, Coastal Resources Management Project (CRMP) (Coastal Resources Center, University of Rhode Island) and Coastal and Marine Resource Study (PKSPL) (Bogor Agriculture University). Bandar Lampung. Indonesia 109p.
- Yanagi, T., K-i. Inoue, S. Montani, and M. Yamada. 1997. Ecological modelling as a tool for coastal zone management in Dokai Bay, Japan.*J. Mar. Syst.* (13); 123-136.

PEDOMAN PENULISAN JURNAL ILMIAH MATEMATIKA DAN TERAPAN

1. **Naskah**, berupa hasil penelitian atau studi literature yang disertai hasil analisis matematisnya dan belum pernah dipublikasikan.
2. **Judul**, singkat yang mencerminkan isi pokok tulisan, ditulis dengan huruf kapital jenis font Anal Unicode 10 pt ditulis secara bold dan center.
3. **Nama Penulis**, ditulis tanpa gelar akademik. Nama dan alamat institusi dituliskan di bawah judul. Untuk penulis tunggal, nama dapat ditulis lengkap, sedangkan penulis 2 atau lebih, nama dengan 2 frasa atau lebih ditulis singkat untuk frasa - frasa pertama, contoh :
Andi Hendra, ditulis : A. Hendra
Anita Ahmad Kasim, ditulis : A.A. Kasim
4. **Abstrak**, abstrak ditulis dalam bahasa Inggris dan Indonesia menggunakan jenis huruf Arial Unicode 8 pt spasi single.
5. **Sistematika Penulisan**, terdiri atas : Abstrak, Pendahuluan, Metode Penelitian, Pembahasan, Kesimpulan, Daftar Pustaka, Lampiran (jika ada)
6. **Naskah**, ditulis dengan menggunakan pengolah kata Microsoft Word font Arial Unicode 9 pt spasi single, kertas ukuran B5 (182 x 257 mm), jumlah halaman berkisar 5 s.d 10 halaman, termasuk daftar pustaka dan lampiran (kelebihan halaman dikenakan biaya tambahan Rp. 10.000,- per lembar).
7. **Setting Naskah**, menggunakan satu kolom, batas tepi atas adalah 30 mm, batas tepi kiri, kanan dan bawah adalah 20 mm.
8. **Penulisan Sub Bab**, disertai nomor, contoh :
 1. Pendahuluan
 - 1.1 Latar Belakang
9. **Gambar**, diberi nomor urut langsung dan keterangan gambar ditulis dibawah gambar (gambar sudah dalam paket file).
10. **Tabel**, diberi nomor urut langsung dan keterangan tabel ditulis diatas tabel.
11. **Persamaan**, diberi nomor urut langsung.
12. **Daftar Pustaka**, diberi nomor urut. Sistematika penulisan :
Buku : Nama Penulis, judul buku (cetak miring), penerbit, tahun, kota dan halaman kutipan.
Artikel Dalam Jurnal Cetak : Nama Penulis, judul artikel, nama jurnal (cetak miring), volume jurnal, tahun dan halaman kutipan.
Artikel Dalam Jurnal Elektronik / Internet : Nama Penulis, judul artikel, nama jurnal (cetak miring), volume jurnal, tahun dan alamat web (<http://www>Nama.website..>)
13. **Print-out (1 set) beserta (1 buah) disket dan diantar langsung ke alamat :**
Redaktur Jurnal Ilmiah Matematika dan Terapan
Ruang Laboratorium Jaringan dan Perangkat Lunak Jurusan Matematika FMIPA UNTAD, Palu
94118
e-mail : nita.kasim@gmail.com
atau dikirim melalui pos ke alamat :
Redaktur pelaksana
Scri. Anita Ahmad Kasim
Laboratorium Jaringan dan Perangkat Lunak Jurusan Matematika FMIPA UNTAD Tondo Palu
94118
HP : 083133026111