

# PROSIDING

**SEMIRATA 2014**

**Bidang MIPA BKS-PTN-Barat**

"Integrasi sains MIPA untuk mengatasi masalah pangan,  
energi, kesehatan, reklamasi, dan lingkungan"

IPB International Convention Center dan Kampus IPB Baranangsiang, 9-11 Mei 2014

**BUKU 1**

# MATEMATIKA

Diterbitkan oleh: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Pertanian Bogor



ISBN 978-602-74411-6-5

PENGESAHAN

Nama : Drs. Suharsono S., MS., M.Sc., Ph.D  
NIP : 196205131986031003  
Program Studi : Matematika  
Jurusan : Matematika  
Fakultas : MIPA  
Judul Artikel : **Investigasi Numerik Profil Kecepatan Aliran Fluida Pada Saluran Mikro Persegipanjang**  
Oleh : Suharsono S.  
Dimuat pada : Prosiding Semirata 2014 Bidang MIPA BKS-PTN-BARAT  
ISBN 978-602-70491-0-9

Mengetahui

Bandar Lampung, Desember 2014

Ketua Jurusan Matematika  
FMIPA Unila

Drs. Tiiryono Ruby, Ph.D  
NIP. 196207041988031002

Dekan  
FMIPA Unila

Prof. Suharsono, Ph.D  
NIP. 196905301995121001

Menyetujui,  
Ketua Lembaga Penelitian  
Universitas Lampung

Dr. Eng. Adni Syarif  
NIP. 196701031992031003

5 Desember 2014  
3410126/2014/1124/2014  
Prosiding  
Dr



2014  
**Semirata**  
Bidang MIPA

ISBN : 978-602-70491-0-9

# PROSIDING

**Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Bidang MIPA 2014**

"Integrasi Sains MIPA untuk Mengatasi Masalah Pangan, Energi, Kesehatan, Lingkungan, dan Reklamasi"

Diterbitkan Oleh :



**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Pertanian Bogor**

Editor dan Reviewer

## PROSIDING

### Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Bidang MIPA 2014

#### Direktor Editor

- Drs. Ali Kusnanto, MSi.
- Dr. Heru Sukoco
- Dr. Wisnu Ananta Kusuma
- Dr. Imas Sukaesih Sitanggang
- Auzi Asfarian, M.Kom
- Wulandari, S.Komp
- Dean Apriana Ramadhan, S.Komp

#### Editor Utama

- Dr. Rika Raffiudin
- Dr. Ence Darmo Jaya Supena
- Dr. Utut Widyastuti
- Prof. Dr. Purwantiningsih
- Dr. Tony Ibnu Sumaryada
- Dr. Imas Sukaesih Sitanggang
- Dr. Wisnu Ananta Kusuma
- Dr. drh. Sulistyani, MSc.
- Dr. Indanwati
- Dr. Sobri Effendi
- Drs. Ali Kusnanto, MSi.

#### Reviewer

- Drs. Ali Kusnanto, M Si.
- Dr. Berlian Setiawaty, MS
- Dr.Ir. I Gusti Putu Purnaba, DEA
- Dr. Paian Sianturi
- Prof.Dr.Ir. I Wayan Mangku, M.Sc
- Dr. Toni Bakhtiar, M Sc
- Dr. Jaharuddin, MS
- Dr.Ir. Hadi Sumarno, MS

## KATA PENGANTAR

Kegiatan Seminar dan Rapat Tahunan Bidang MIPA tahun 2014 (Semirata-2014 Bidang MIPA) Badan Kerja Sama Perguruan Tinggi Negeri Wilayah Barat (BKS-PTN Barat) yang diamanahkan kepada FMIPA-IPB sebagai penyelenggara telah dilaksanakan dengan sukses pada tanggal 9-11 Mei 2014 di IPB International Convention Center dan Kampus IPB Baranagsiang, Bogor. Salah satu program utama adalah Seminar Nasional Sains dan Pendidikan MIPA dengan tema: *"integrasi sains MIPA untuk mengatasi masalah pangan, energi, kesehatan, dan lingkungan"*.

Dalam sesi pleno seminar telah disampaikan pemaparan materi oleh satu pembicara utama dan empat pembicara undangan yang berasal dari beragam institusi dan profesi. Dari sesi pleno ini, diharapkan peserta dapat menambah wawasan dan pemahaman tentang pengembangan dan pemanfaatan IPTEK, khususnya Bidang MIPA, sehingga sains dan pendidikan MIPA terus berkembang dan dapat berkontribusi nyata untuk kemajuan dan kemakmuran bangsa Indonesia.

Kegiatan yang tidak kalah pentingnya dalam seminar ini adalah sesi paralel karena telah memberi kesempatan kepada peserta untuk melakukan presentasi dan komunikasi ilmiah secara langsung dengan sesama kolega yang mempunyai minat yang sama dalam mengembangkan Sains dan atau Pendidikan MIPA. Dalam kegiatan sesi paralel ini dipresentasikan secara oral 592 judul makalah hasil penelitian yang disampaikan dalam 37 ruang seminar secara paralel, dan juga dipresentasikan 120 poster ilmiah. Dalam kegiatan komunikasi ilmiah secara langsung ini juga telah dimanfaatkan untuk menjalin jejaring agar lebih bersinergi dalam pengembangan Sains dan Pendidikan MIPA ke depannya. Supaya komunikasi ilmiah yang baik ini dapat juga tersampaikan ke komunitas ilmiah lain yang tidak dapat hadir pada kegiatan seminar, panitia memfasilitasi untuk menerbitkan makalah dalam bentuk **Prosiding**. Panitia juga tetap memberi kesempatan kepada peserta yang akan menerbitkan makalahnya di jurnal ilmiah, sehingga tidak seluruh materi yang disampaikan pada seminar diterbitkan dalam prosiding ini.

Dalam proses penerbitan prosiding ini, panitia telah banyak dibantu oleh Tim Reviewer dan Tim Editor yang dikoordinir oleh Ali Kusnanto yang telah dengan sangat intensif mencurahkan waktu, tenaga dan pikiran. Untuk itu, panitia menyampaikan terima kasih dan penghargaan. Panitia juga menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada seluruh penulis makalah yang telah merespon dengan baik hasil review artikelnya. Namun, panitia juga menyampaikan permohonan ma'af karena dengan sangat banyaknya makalah yang akan diterbitkan dalam prosiding ini, waktu yang dibutuhkan dalam proses penerbitan prosiding ini mencapai lebih dari empat bulan, dan penerbitan prosiding tidak dilakukan dalam satu buku tetapi dalam tujuh buku prosiding. Semoga penerbitan prosiding ini selain bermanfaat bagi para pemakalah dan penulis, juga dapat bermanfaat dalam pengembangan Sains dan Pendidikan MIPA.

Bogor, September 2014  
Semirata-2014 Bidang MIPA BKS-PTN Barat

Dr. Ir. Sri Nurdiaji, MSc  
Dekan FMIPA IPB

Ence Darmo Jaya Supena  
Ketua Panitia Pelaksana

Daftar isi

Haikaman

Editor dan Reviewer .....	vii
Daftar Isi .....	ix
EFISIENSI ANTARWAKTU PERBANKAN SYARIAH DI INDONESIA MENGUNAKAN DATA ENVELOPMENT ANALYSIS DAN INDEKS MALMQUIST Andromeda Khoirunnisa, Toni Bakhtiar, Endar H Nugrahani .....	2
PERBANDINGAN WAKTU PENYELESAIAN MASALAH OPTIMALISASI LINEAR ANTARA METODE SIMPLEKS DAN METODE INTERIOR DENGAN MENGUNAKAN PERANGKAT LUNAK MATHEMATICA Bib Paruhum Silalahi, Rochmat Ferry Santo, Prpto Tri Supriyo .....	10
MOMEN TERTINGGI DARI AKUMULASI SUATU ANUITAS AWAL DENGAN TINGKAT BUNGA ACAK Johannes Kho dan Ari Fatmawati .....	19
PARALELISASI METODE CONJUGATE GRADIENT UNTUK MENYELESAIKAN SISTEM PERSAMAAN LINEAR DALAM SCILAB MENGGUNAKAN GRAPHICS CARDS M. Ilyas, Putranto H., F. Ayatullah, M.T. Julianto, A.D. Garnadi dan S.Nurdiati .....	24
SOLUSI PROBLEM LINTASAN TERPENDEK PADA JARINGAN TRANSPORTASI MULTIMODA DENGAN DIJKSTRA-LIKE ALGORITHM STUDI KASUS PADA JARINGAN ANGKUTAN KOTA DI KOTA BENGKULU Novika Rachmianty Gartiwi, Fanani Haryo Widodo, Yulian Fauzi .....	33
MODEL MATEMATIKA DAN SIMULASI KOMPUTER DEMAM BERDARAH DENGUE Paian Sianturi .....	41
METODE ITERASI FORWARD MODEL DALAM MASALAH INVERSI RESISTIVITAS 3D, PERBANDINGAN UNIFORM VS OPTIMAL GRID Putranto Hadi Utomo, Agah D. Garnadi, H. Grandis, Sri Nurdiati .....	51
INVESTIGASI NUMERIK PROFIL KECEPATAN ALIRAN FLUIDA PADA SALURAN MIKRO PERSEGI-PANJANG Suhersono S .....	56
APLIKASI PETRI NET PADA PEMBELIAN DAN PEMBAYARAN TIKET PESAWAT Ulfasari Rafflesia .....	60
PEMODELAN TINGKAT RISIKO TSUNAMI KOTA BENGKULU MELALUI ANALISIS KRIGING Yulian Fauzi, Suwarsono, Jose Rizal, Zulfia Memi Mayasari .....	68
SIMULASI METODE WEBSTER DALAM PENGATURAN LAMPU LALU LINTAS Elis Khatizah, Delis Anisa .....	74

INVESTIGASI NUMERIK PROFIL KECEPATAN ALIRAN FLUIDA PADA  
SALURAN MIKRO PERSEGI-PANJANG

NUMERICAL INVESTIGATION OF VELOCITY PROFILE OF FLUID FLOW THROUGH  
RECTANGULAR MICROCHANNELS

Suharsono S

Universitas Lampung, Bandar Lampung

Email: [suharsono.1962@fmipa.unila.ac.id](mailto:suharsono.1962@fmipa.unila.ac.id)

Alamat: Jl. Soemantri Brojonegoro no. 1 Gedung Meneng Bandar Lampung 35145

ABSTRACT

This research is to study velocity profiles of analytical solution of unsteady fluid flow model in rectangular microchannel with slip boundary for the case of sinusoidal pressure gradient. We conclude that the profiles are similar for  $t^* = 0$  and  $t^* = 1$  but having opposite sign for  $t^* = 0,25$  and  $t^* = 0,75$ .

*Keywords: pressure gradient, boundary slipp, velocity profile, rectangular microchannels*

ABSTRAK

Pada penelitian ini dikaji profil kecepatan dari solusi analitik model aliran fluida (unsteady) pada saluran mikro persegi- panjang dengan syarat batas slip untuk pressure gradient berbentuk gelombang sinusoidal. Diperoleh kesimpulan bahwa profil kecepatan sama untuk  $t^* = 0$  dan  $t^* = 1$ , namun berlawanan arah untuk  $t^* = 0,25$  dan  $t^* = 0,75$ .

Katakunci: *pressure gradient, syarat batas slip, profil kecepatan, saluran mikro persegi-panjang.*

PENDAHULUAN

Akhir-akhir ini banyak hasil penelitian yang fokus pada aliran fluida melalui saluran mikro, seperti diantaranya [1, 2, 3, 4, 5, 6], dan banyak lagi yang lain. Khususnya aliran fluida melalui saluran mikro berpenampang persegi-panjang [1, 2, 5, 6]. Ada yang mempelajari solusi analitik, ada juga yang mempelajari solusi numerik. Untuk solusi analitik, telah dipelajari aliran fluida (unsteady) dengan syarat batas slip melalui saluran mikro persegi panjang [1].

Untuk mengetahui fenomena kecepatan aliran fluida ( unsteady ) melalui saluran mikro persegi-panjang dengan syarat batas slip perlu dibuat tampilan geometris dari solusi analitik yang telah dirumuskan pada [1].

METODE PENELITIAN

Rumusan solusi analitik model aliran fluida (unsteady slip) melalui saluran mikro berpenampang persegi panjang telah dirumuskan [1]. Langkah selanjutnya adalah menggunakan perangkat lunak Maple untuk melihat perilaku kecepatan aliran fluida

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persamaan kekontinuan dan persamaan Navier Stokes, untuk aliran fluida sepanjang sumbu- z adalah



$$-\frac{\mu}{\rho} \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) - \frac{\partial u}{\partial t} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z}$$

dengan syarat batas

$$u(\pm a, y, t) = \mp \ell \frac{\partial u}{\partial x}(\pm a, y, t)$$

$$u(x, \pm b, t) = \mp \ell \frac{\partial u}{\partial y}(x, \pm b, t)$$

Setelah melalui langkah-langkah yang panjang, diperoleh solusi sebagai berikut [1]:

$$u(x, y, t) = \frac{c_0}{4\mu} (x^2 + y^2) + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{-a_n \sin(n\omega t) + b_n \cos(n\omega t)}{n\omega\rho} + \sum_{n=0}^{\infty} \operatorname{Re} \left\{ e^{in\omega t} \sum_{m=1}^{\infty} [A_{nm} \cos(\gamma_{nm} x) \cos(\nu_m y) + B_{nm} \cosh(\bar{\gamma}_{nm} y) \cos(\bar{\nu}_m x)] \right\},$$

dengan  $\nu_m$  dan  $\bar{\nu}_m$  masing-masing adalah solusi dari  $\cot(b\nu) = \ell\nu$  dan  $\cot(a\bar{\nu}) = \ell\bar{\nu}$ .

Sedangkan  $\gamma_{nm}$  dan  $\bar{\gamma}_{nm}$  didefinisikan oleh  $\gamma_{nm} = \sqrt{\nu_m^2 + i \frac{n\rho\omega}{\mu}}$  dan

$$\bar{\gamma}_{nm} = \sqrt{\bar{\nu}_m^2 + i \frac{n\rho\omega}{\mu}}$$

Selanjutnya  $A_{0m}$  dan  $B_{0m}$  masing-masing didefinisikan oleh

$$A_{0m} = \frac{-c_0}{4\mu M_{nm} [\cosh(a\nu_m) + \ell\nu_m \sinh(a\nu_m)]} \int_0^b (a^2 + y^2 + 2a\ell) \cos(\nu_m y) dy$$

$$= \frac{-c_0 \left[ (a^2 + 2a\ell) \sin(b\nu_m) + b^2 \sin(b\nu_m) + \frac{2}{\nu_m} \left( b \cos(b\nu_m) - \frac{\sin(b\nu_m)}{\nu_m} \right) \right]}{\mu [2b\nu_m + \sin(2b\nu_m)] [\cosh(a\nu_m) + \ell\nu_m \sinh(a\nu_m)]}$$

dan

$$B_{0m} = \frac{-c_0}{4\mu \bar{M}_{nm} [\cosh(b\bar{\nu}_m) + \ell\bar{\nu}_m \sinh(b\bar{\nu}_m)]} \int_0^a (x^2 + b^2 + 2b\ell) \cos(\bar{\nu}_m x) dx$$

$$= \frac{-c_0 \left[ (b^2 + 2b\ell) \sin(a\bar{\nu}_m) + a^2 \sin(a\bar{\nu}_m) + \frac{2}{\bar{\nu}_m} \left( a \cos(a\bar{\nu}_m) - \frac{\sin(a\bar{\nu}_m)}{\bar{\nu}_m} \right) \right]}{\mu [2a\bar{\nu}_m + \sin(2a\bar{\nu}_m)] [\cosh(b\bar{\nu}_m) + \ell\bar{\nu}_m \sinh(b\bar{\nu}_m)]}$$

Sedangkan  $A_{nm}$  dan  $B_{nm}$  ( $m, n \geq 1$ ) masing-masing didefinisikan oleh

$$A_{nm} = -j \frac{c_n}{n\rho\omega M_{nm} [\cosh(\gamma_{nm} a) + \ell\gamma_{nm} \sinh(\gamma_{nm} a)]} \int_0^b \cos(\nu_m y) dy$$

$$= -j \frac{4c_n \sin(b\nu_m)}{n\rho\omega [2b\nu_m + \sin(2b\nu_m)] [\cosh(a\gamma_{nm}) + \ell\gamma_{nm} \sinh(a\gamma_{nm})]}$$

dan

Berdasarkan formula di atas, dengan memilih  $t^*$  tertentu diperoleh hasil seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 1 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 B_{1m} &= -\frac{4 \sin(aV_m) [2aV_m + \sin(2aV_m)] (p_1^m + p_2^m)}{4 \sin(aV_m)}; \quad B_{2m} = \frac{\omega}{h} B_{1m} (p_1^m - p_2^m); \\
 A_{1m} &= -\frac{4 \sin(bV_m) [2bV_m + \sin(2bV_m)] (p_1^m + p_2^m)}{4 \sin(bV_m)}; \quad A_{2m} = \frac{\omega}{h} A_{1m} (p_1^m - p_2^m); \\
 &+ B_{1m} \cos(aV_m x) \left[ p_1^m \sinh(bV_m x) \cosh(aV_m x) - p_2^m \cosh(bV_m x) \cos(aV_m x) \right] \\
 &+ A_{1m} \cos(bV_m x) \left[ p_1^m \sinh(aV_m x) \cosh(bV_m x) - p_2^m \cosh(aV_m x) \cos(bV_m x) \right] \\
 &+ B_{1m} \cos(aV_m x) \left[ p_1^m \cosh(bV_m x) \cos(aV_m x) + p_2^m \sinh(bV_m x) \sin(aV_m x) \right] \\
 &+ A_{1m} \cos(bV_m x) \left[ p_1^m \cosh(aV_m x) \cos(bV_m x) + p_2^m \sinh(aV_m x) \sin(bV_m x) \right] \\
 &+ \sinh(aV_m x) \sin(bV_m x) + \cosh(aV_m x) \cos(bV_m x) \\
 &+ \sinh(bV_m x) \sin(aV_m x) + \cosh(bV_m x) \cos(aV_m x) \\
 &+ \sinh(aV_m x) \sin(bV_m x) - \cosh(aV_m x) \cos(bV_m x) \\
 &+ \sinh(bV_m x) \sin(aV_m x) - \cosh(bV_m x) \cos(aV_m x)
 \end{aligned}$$

$n_m^* = \left[ p_1^m + p_2^m \right] t^*$  dan  $\phi_m = \arctan \left( \frac{p_1^m}{p_2^m} \right)$  dengan di mana  $n_m^*$  dan  $\phi_m$  masing masing didefinisikan oleh

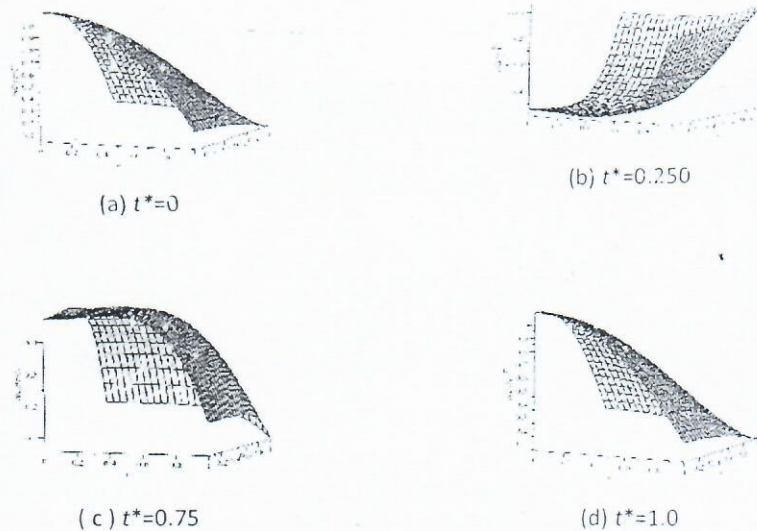
$$n^* = \cos(2\pi t^*) + \sum_{m=1}^M n_m^* \cos(2\pi t^* + \phi_m)$$

Schingga diperoleh solusi:

$$x = \frac{a}{\omega}; \quad y = \frac{b}{\omega}; \quad t = \frac{2\pi}{\omega}; \quad z = \frac{a}{b}$$

Untuk kasus  $\frac{\partial z}{\partial t} = b \sin(\omega t)$ , yaitu pressure gradient berbentuk sinusoidal, misalkan

$$\begin{aligned}
 B_{1m} &= -\frac{n_f \omega [2aV_m + \sin(2aV_m)] \left[ \cosh(bV_m x) + \cosh(aV_m x) \sinh(bV_m x) \right]}{4c_m \sin(aV_m)} \\
 &= -\frac{n_f \omega M [2aV_m + \sin(2aV_m)] \left[ \cosh(bV_m x) + \cosh(aV_m x) \sinh(bV_m x) \right]}{4c_m} \int_a^b \cos(V_m x) dx
 \end{aligned}$$



Gambar 1 Grafik 3D yang memperlihatkan profil kecepatan pada  
(a)  $t^* = 0$ , (b)  $t^* = 0.25$ , (c)  $t^* = 0.75$ , (d)  $t^* = 1.0$ .

Tampak bahwa profil kecepatan sama untuk  $t^* = 0$  dan  $t^* = 1$ , namun berlawanan arah untuk  $t^* = 0,25$  dan  $t^* = 0,75$ .

#### PUSTAKA

- [1] Suharsono S. 2012. *Analytical Study of Fluid Flows with Slip Boundary*. Ph.D Thesis. Curtin University.
- [2] W.A. Ebert, E.M. Sparrow, Slip flow in rectangular and annular ducts, *J. Basic Engrg.* 87 (1965) 1018–1024.
- [3] B. Wiwatanapataphee, Yong Hong Wu, Maobin Hu and K Chayantrakom, 2009. A study of transient flows of Newtonian fluids through micro-annuls with a slip boundary, *J. Phys. A: Math. Theor.* 42, 065206 (14pp).
- [4] Y. H. Wu, B. Wiwatanapataphee, Maobin Hu, 2008. Pressure-driven transient flows of Newtonian fluids through microtubes with slip boundary, *Physica A* 387. 5979–5990.
- [5] Z.Duan, Y.S. Muzychka, Slip flow in non-circular micro-channels, *Microfluid Nanofluid.* 3 (2007) 473 – 484.
- [6] Yu and T.A. Ameel, 2001, Slip Flow heat transfer in rectangular microchannels, *International Journal of Heat and Mass transfer*, 44, 4225 – 4234.