



# 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 978-602-70491-0-9

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**

---

Copyright© 2014  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor  
Prosiding Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Bidang MIPA 2014, 9-11 Mei 2014  
Diterbitkan oleh : FMIPA-IPB, Jalan Meranti Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680  
Telp/Fax: 0251-8625481/8625708  
<http://fmipa.ipb.ac.id>  
Terbit Oktober, 2014  
xiii + 662 halaman  
ISBN: 978-602-70491-0-9

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. Indahwati
- 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 Nurdiati, MSc.  
Dekan FMIPA-IPB

Ence Darmo Jaya Supena  
Ketua Panitia Pelaksana

## Daftar Isi

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

METODE NON-PARAMETRIK ANALISIS SURVIVAL DALAM MEMODELKAN SELANG KELAHIRAN ANAK PERTAMA DI INDONESIA Rahmat Hidayat, Hadi Sumarno, Endar H. Nugrahani .....	80
PROFIL SOFT SKILLS MAHASISWA PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN UNIVERSITAS RIAU Atma Murni, Nahor Murani Hutapea .....	90
PROBLEM POSING UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PENALARAN DAN KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA BERKEMAMPUAN AWAL RENDAH Dekson.....	98
PEMAHAMAN SISWA SMP LEVEL RELASIONAL DAN LEVEL ABSTRAK TENTANG BILANGAN RASIONAL Dewi Herawaty.....	106
MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP MATEMATIKA SISWA MELALUI PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE <i>THINK TALK WRITE</i> Dewi Murni, Dia Prima Juwita .....	112
PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN GEOMETRI BERBASIS PENDIDIKAN MATEMATIKA REALISTIK TERHADAP RESPON DAN HASIL BELAJAR GEOMETRI SISWA KELAS VII SMPN KOTA PADANG Edwin Musdi .....	121
PENGARUH PENDEKATAN PENDIDIKAN MATEMATIKA REALISTIK INDONESIA (PMRI) TERHADAP PERKEMBANGAN KEMAMPUAN PENALARAN MATEMATIKA SISWA KELAS II SD KARTIKA 1.10 Effie Efrida Muchlis.....	132
PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE <i>TWO STAY TWO STRAY</i> UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR MATEMATIKA PESERTA DIDIK KELAS VIII SMP NEGERI 18 PEKANBARU Elfis Suanto, Rini Dian Anggraini, Bisri Mustofa .....	141
MENINGKATKAN KEMAMPUAN MAHASISWA DALAM PEMECAHAN MASALAH PADA STATISTIKA ELEMENTER MELALUI LEMBAR KERJA Fitrani Dwina, Syafrandi.....	152
PENERAPAN PENDEKATAN SOMATIS, AUDITORI, VISUAL, DAN INTELEKTUAL PADA PEMBELAJARAN MATEMATIKA SISWA KELAS VIII SMP NEGERI 4 PAYAKUMBUH H. Yarman dan Putri Monika Sari.....	160
PENINGKATAN KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIKA MELALUI PEMBERIAN TUGAS MERANCANG PETA KONSEP Hendra Syarifuddin.....	169
PENERAPAN STRATEGI PEMBELAJARAN BERBASIS INKUIRI DALAM PELAKSANAAN MATA KULIAH SISTEMATIKA TUMBUHAN TINGKAT RENDAH PADA MAHASISWA PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI UNIVERSITAS RIAU	

Irda Sayuti.....	178
PENGUNAAN NOMOR BARIS BALOK DALAM PEMBELAJARAN KOOPERATIF MATEMATIKA PADA HASIL BELAJAR SISWA SDNDI PEKANBARU	
Jalinus, Jesi Alexander Alim.....	185
PENERAPAN PEMBELAJARAN INKUIRI MODEL ALBERTA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN REPRESENTASI MATEMATIS MAHASISWA PADA MATA KULIAH KALKULUS I	
Kartini, Titi Solfitri.....	193
OPTIMALISASI PERKULIAHAN ALJABAR LINEAR I MENGGUNAKAN LEMBAR KERJA MAHASISWA (LKM) DAN PENILAIAN BERBASIS KOMPETENSI	
Mailizar.....	202
PENGEMBANGAN BAHAN AJAR BERORIENTASI PEMODELAN MATEMATIKA BERBASIS RME DI SMAN KOTA PADANG	
Media Rosha, Yerizon.....	211
PENERAPAN PENDEKATAN PEMBELAJARAN PENDIDIKAN MATEMATIKA REALISTIK TERHADAP KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA	
Minora Longgom Nasution, Mukhni, Nidaul Khairi.....	220
PENINGKATAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MAHASISWA PADA MATAKULIAH GEOMETRI BIDANG DAN RUANG DENGAN PENERAPAN STRATEGI STATEMENT AND REASON	
Mirna.....	227
STUDI KEMAMPUAN PENALARAN MATEMATIS SISWA KELAS XI IPA SMAN 2 PAINAN MELALUI PENERAPAN PEMBELAJARAN <i>THINK PAIR SQUARE</i>	
Mukhni, Jazwinarti, dan Nita Putri Utami.....	235
PENGARUH PEMBELAJARAN PENDEKATAN REALISTIK MATEMATIKA (RME) TERHADAP PENGETAHUAN KONSEP DAN PROSEDURAL DALAM PEMECAHAN MASALAH MATEMATIKA PADA TOPIK ARITMETIKA SOSIAL	
Putri Yuanita, Effandi Zakaria.....	243
PENERAPAN STRATEGI <i>CREATIVE PROBLEM SOLVING</i> PADA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN <i>LESSON STUDY</i> UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH DAN KOMUNIKASI MATEMATIKA MAHASISWA PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA UNIVERSITAS RIAU	
Rini Dian Anggraini, Putri Yuanita.....	252
UPAYA MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK KELAS VIIIF SMPN 18 PEKANBARU PADA PELAJARAN MATEMATIKA <i>TAHUN 2013/2014 MELALUI PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF PENDEKATAN STRUKTURAL TPS</i>	
Sakur; Suhermi,.....	261
PENGEMBANGAN RPP DAN HANDOUT BERBASIS METODE SQ3R PADA MATERI SISTEM PERSAMAAN LINIER DUA VARIABEL	



Sefna Rismen, Zulvikianis .....	271
EFEKTIFITAS PENERAPAN MODEL KOOPERATIF DENGAN MENGGUNAKAN ALAT PERAGA DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA DI SEKOLAH DASAR	
Sofnidar dan Sri Winarni.....	279
PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA SMP YANG BERBASIS GAYA BELAJAR <i>MASTERY, INTERPERSONAL, UNDERSTANDING, DAN SELF-EXPRESSIVE</i> PADA KELAS KECERDASAN MAJEMUK LOGIKA MATEMATIKA	
Suherman, Atus Amadi Putra, Muhammad Subhan .....	288
PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE <i>ROTATING TRIO EXCHANGE</i> (RTE) UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR MATEMATIKA PADA SISWA KELAS XI IPA 2 SMA NEGERI 2 TAMBANG	
Susda Heleni, Japet Ginting, Miftakhul Jannah .....	295
KETERAMPILAN SOSIAL SISWA KELAS VIII-9 SMPN 8 PEKANBARU DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA MELALUI PENERAPAN MODEL KOOPERATIF PENDEKATAN STRUKTURAL <i>PAIR CHECK</i>	
Syarifah Nur Siregar, Kartini.....	304
PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS KOMPUTER MODEL TUTORIAL INTERAKTIF PADA POKOK BAHASAN BANGUN RUANG SISI LENGKUNG	
Titi Solfitri, Yenita Roza, Haninda Rachmawati .....	310
PEMAHAMAN MAHASISWA PENDIDIKAN MATEMATIKA TENTANG KONSEP FUNGSI DITINJAU BERDASARKAN DEKOMPOSISI GENETIKNYA	
Wahyu Widada .....	317
PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS KOMPUTER UNTUK MENGAJAR RELASI DAN FUNGSI DI SMP	
Yenita Roza, Yudi Jepri Dianta .....	329
PENGEMBANGAN CD ( <i>COMPACT DISC</i> ) INTERAKTIF DENGAN MACROMEDIA FLASH PADA PERKULIAHAN BAHASA INGGRIS UNTUK MATEMATIKA DI STKIP PGRI SUMATERA BARAT	
Anny Sovia, Rahima, Yulyanti Harisman .....	336
PENGARUH MODEL FIGURA DAN KEMAMPUAN AWAL TERHADAP HASIL BELAJAR GEOMETRI TRANSFORMASI MAHASISWA PENDIDIKAN MATEMATIKA FKIP UNIB	
Zamzaili .....	345
MENINGKATKAN KEMANDIRIAN BELAJAR MAHASISWA MELALUI PEMBELAJARAN GENERATIF PADA MATAKULIAH ALJABAR LINIER	
Zuhri, D .....	352
KEMAMPUAN GURU MENSTRUKTUR PEMBELAJARAN MATEMATIKA YANG DIAWALI DENGAN PEMBERIAN SOAL CERITA (PENELITIAN TINDAKAN DI SDN 004 RUMBAI PEKANBARU)	
Zulkarnain .....	363

KEMAMPUAN REPRESENTASI MATEMATIS MAHASISWA PADA MATA KULIAH KALKULUS PEUBAH BANYAK	
Yerizon .....	371
ANALISIS PENGETAHUAN METAKOGNITIF SISWA TIPE KEPRIBADIAN PHLEGMATIS DALAM MENYELESAIKAN SOAL MATERI LIMIT FUNGSI ALJABAR DI KELAS XI IPA SMA ISLAM ALFALAH KOTA JAMBI	
Dewi Iriani, Marni Zulyanty .....	377
ANALISIS KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA TIPE EKSTROVERT PADA MATERI FAKTORISASI SUKU ALJABAR DI KELAS VIII SMP	
Nizlel Huda, Lily Wahyuni Novika.....	384
ANALISIS MISKONSEPSI SISWA TIPE KOLERIS DALAM PEMECAHAN MASALAH MATEMATIKA PADA MATERI ALJABAR SISWA KELAS VIII SMP	
Yunidar, Roseli Theis .....	392
KONTRIBUSI KEGIATAN LESSON STUDY MATEMATIKA DALAM IMPLEMENTASI KURIKULUM 2013 DAN PENDIDIKAN BERBASIS KARAKTER	
Armianti.....	400
PERANCANGAN PROTOTIPE AWAL BUKU KERJA KALKULUS BERBASIS PENEMUAN TERBIMBING	
Zulfaneti, Rina Febriana .....	408
PENGEMBANGAN TUGAS MATEMATIKA SEBAGAI ALAT UKUR PENALARAN DAN PEMAHAMAN KONSEP SISWA SEKOLAH MENENGAH ATAS	
Mukhtar, Muliawan Firdaus .....	416
MODEL REGRESI POISSON TERGENERALISASI DENGAN STUDI KASUS KECELAKAAN KENDARAAN BERMOTOR DI LALU LINTAS	
Irwan, Devni Prima Sari.....	423
KORELASI BEBERAPA ASPEK PROGRAM KELUARGA BERENCANA DI PUSAT KESEHATAN MASYARAKAT KELURAHAN SUKAMERINDU KOTA BENGKULU	
Syahrul Akbar .....	434
PENGARUH PEMBELAJARAN <i>CONNECTING, ORGANIZING, REFLECTING, EXTENDING</i> (CORE) TERHADAP KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA KELAS X SMAN 9 PADANG TAHUN PEMBELAJARAN 2013/2014	
Jazwinarti, Suherman, Fadhilah Al Humaira .....	437
ESTIMASI TINGKAT KEMATIAN BAYI DAN HARAPAN HIDUP BAYI PROVINSI JAWA BARAT 2010 DENGAN MENGGUNAKAN METODE BRASS	
Ahmad Iqbal Baqi .....	446
PERANCANGAN MODEL ZONA TARIF BRT TRANS MUSI ZONE TARIFF DESIGN MODEL OF BRT TRANS MUSI	
A qilah Zainab, Sisca Octarina dan Putra BJ Bangun .....	452
SOLUSI POLINOMIAL PERSAMAAN DIFERENSIAL HERMIT YANG DIPERUMUM	

Aziskhan, Asmara Karma, Suriyaamsah .....	461
<b>BEBERAPA SIFAT DARI JUMLAH YANG MEMUAT BILANGAN PELL-LUCAS</b>	
Baki Swita, Zulfia Memimayasari, Sadiman Otami .....	467
<b>PENJADWALAN OPTIMAL KAPAL PENYEBERANGAN: STUDI KASUS DI PELABUHAN MERAK DAN BAKAUHENI</b>	
David Hendrayan, Prapto Tri Supriyo, Muhammad Ilyas.....	474
<b>MODEL OPTIMASI PERSEDIAAN BIOSOLAR</b>	
Defri Ahmad.....	485
<b>APLIKASI ALGORITMA <i>CUTTING PLANE</i> DALAM PEWARNAAN GRAF</b>	
Eddy Roflin, Sisca Octarina.....	492
<b>UJI KESTABILAN SISTEM MANGSA-PEMANGSA</b>	
Efendi.....	497
<b>NILAI TUNAI ASURANSI JIWA DWIGUNA DENGAN METODE <i>NONFORFEITURE BENEFIT</i></b>	
Nurhasanah, Endang Sri Kresnawati, Des Alwine Zayanti.....	504
<b>PENENTUAN LOKASI GUDANG DAN RUTE PENDISTRIBUSIAN MENGGUNAKAN <i>INTEGER PROGRAMMING</i></b>	
Ermi Rodita Hayati, Farida Hanum, Toni Bakhtiar .....	514
<b>RING REGULER STABLE RANGE ONE PADA <math>\mathbb{Z}_n</math></b>	
Evi Yuliza .....	523
<b>PEMODELAN MASALAH PENJADWALAN PERAWAT MENGGUNAKAN NONPREEMPTIVE GOAL PROGRAMMING: STUDI KASUS DI RUMAH SAKIT PERMATA BEKASI</b>	
Ihsan Caisario, Farida Hanum, Toni Bakhtiar .....	528
<b>MODEL OPTIMASI SKEMA PEMBIAYAAN INTERNET BERDASARKAN FUNGSI UTILITAS <i>PERFECT SUBSTITUTE</i></b>	
Indrawati, Irmeilyana, Fitri Maya Puspita and Clara Alverina Gozali.....	537
<b>PENYELESAIAN MASALAH PENGOPTIMUMAN KUADRATIK YANG MEMUAT FAKTOR DISKON TERKENDALA SISTEM DESKRIPTOR LINEAR</b>	
Muhafzan .....	546
<b>BIFURKASI HOPF PADA MODEL MANGSA-PEMANGSA HOLLING-TANNER TIPE II</b>	
Muhammad Buchari Gaib, Ali Kusnanto, Paian Sianturi.....	550
<b>HIPERGRAF INTEGRAL HASIL OPERASI KALI KARTESIUS BIDANG FANO DAN HIPERGRAF 3-SERAGAM LENGKAP BERORDE 4</b>	
Mulia Astuti .....	558
<b>PENGARUH PROGRAM REHABILITASI TERHADAP DINAMIKA JUMLAH PEMAKAI NARKOBA DENGAN LAJU TRANSMISI NONLINIER</b>	
Riry Sriningsih.....	565
<b>PERBANDINGAN METODE BINOMIAL DENGAN <i>BLACK-SCHOLES</i> PADA PENENTUAN HARGA OPSI</b>	

Sugandi Yahdin, Erwin, Syafriyanti .....	573
<b>BILANGAN RAMSEY MULTIPARTIT UNTUK GRAF BINTANG DAN GRAF LINTASAN</b>	
Syafrizal Sy .....	579
<b>KLASIFIKASI DENGAN ANALISIS KOMPONEN UTAMA KERNEL</b>	
Wirdania Ustaza, Siswadi, Toni Bakhtiar .....	582
<b>PEMODELAN MATEMATIKA UNTUK OPTIMASI PROSES EVAKUASI DENGAN MODEL MAKROSKOPIK</b>	
Zulfia Memi Mayasari.....	591
<b>INDUKSI MATEMATIKA PADA FORMULA BINET (GENERALISASI BARISAN FIBONACCI)</b>	
Syofni .....	597
<b>BEBERAPA METODE ITERASI DENGAN TURUNAN KETIGA UNTUK MENYELESAIKAN PERSAMAAN NONLINEAR BESERTA DINAMIKNYA</b>	
Zulkarnain, M. Imran.....	604
<b>PENGENDALIAN TINGKAT PEMESANAN DAN PERSEDIAAN PADA MODEL INVENTORY</b>	
Endang Lily, Harison, Dan M. Natsir .....	610
<b>KARAKTERISASI SEBARAN <i>HALF-CAUCHY</i> DENGAN MENGGUNAKAN FUNGSI KARAKTERISTIK</b>	
Dodi Devianto .....	614
<b>PERSAMAAN GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK DALAM BENTUK MEDAN LISTRIK SOLUSI MENGANDUNG FUNGSI BESSEL</b>	
Leli Deswita .....	619
<b>PENYELESAIAN VEHICLE ROUTING PROBLEM WITH SIMULTANEOUS PICK-UP AND DELIVERY SERVICE MENGGUNAKAN ALGORITME TABU SEARCH</b>	
Syukrio Idaman, Farida Hanum, Prapto Tri Supriyo .....	626
<b>EKSISTENSI DAN REPRESENTASI DARI INVERS GRUP UNTUK MATRIKS BLOK</b>	
Musraini M, Asli Sirait, Rustam Efendi .....	635
<b>PELABELAN TOTAL SISI AJAIB SUPER PADA GRAF <i>CORONA-LIKE UNICYCLIC</i></b>	
Rolan Pane, Asli Sirait, Kurniawan, .....	641
<b>OPTIMASI PENJADWALAN ARMADA PESAWAT TERBANG: STUDI KASUS DI PT CITILINK INDONESIA</b>	
Suzi Sehati, Amril Aman, Farida Hanum.....	647
<b>KAJIAN MODEL MIKROSKOPIK PADA SISTEM LALU-LINTAS: SIMULASI DAN APLIKASINYA DI BOGOR</b>	
Endar H. Nugrahani, Hadi Sumarno, Ali Kusnanto .....	655

## **EFISIENSI ANTARWAKTU PERBANKAN SYARIAH DI INDONESIA MENGUNAKAN DATA ENVELOPMENT ANALYSIS DAN INDEKS MALMQUIST**

### **INTERTEMPORAL EFFICIENCY OF ISLAMIC BANKING IN INDONESIA USING DATA ENVELOPMENT ANALYSIS AND MALMQUIST INDEX**

**Andromeda Khoirunnisa, Toni Bakhtiar, Endar H Nugrahani**

Departemen Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Institut Pertanian Bogor, Bogor<sup>1</sup>

Email: [mkhoirunnisa@gmail.com](mailto:mkhoirunnisa@gmail.com) Telp: +6285720305068

#### **ABSTRACT**

Data Envelopment Analysis (DEA) is a tool which is used to measure and compare the performance of Decision Making Units (DMU). DEA has been applied in many fields, such as banks, hospitals and schools. This paper measures the efficiency of nine Islamic banks which are registered in the Bank of Indonesia from June 2010 to May 2012. The efficiency is measured using three input and three output variables. Third party funds, staff costs and the number of offices are the input variables. Meanwhile total loans, profit loss sharing and other incomes are the output variables. The efficiency is measured using Charnes, Cooper and Rhodes (CCR) model with output orientation on period 1 (2010/2011) and period 2 (2011/2012). Intertemporal efficiencies are then compared and analyzed using Malmquist index. In addition, projection to efficient frontier shows how to improve those inefficient banks to reach the desired efficient level.

*Keywords: DEA, efficiency, CCR model, Malmquist index, Islamic banking*

#### **ABSTRAK**

*Data Envelopment Analysis (DEA)* merupakan alat yang dapat digunakan untuk mengukur dan membandingkan kinerja suatu unit pelayanan yang disebut sebagai *Decision Making Units (DMU)*. Penerapan DEA sudah banyak digunakan seperti pada bank, rumah sakit dan sekolah. Tulisan ini mengukur efisiensi sembilan bank syariah yang terdaftar di Bank Indonesia selama Juni 2010-Mei 2012 yang dibagi menjadi dua periode. Pengukuran efisiensi ini melibatkan tiga variabel masukan (*input*) dan tiga variabel luaran (*output*). Dana pihak ketiga, biaya tenaga kerja dan jumlah kantor menjadi variabel *input*. Sedangkan variabel *output* meliputi pembiayaan, pendapatan bagi hasil dan pendapatan operasional lainnya. Pengukuran efisiensi menggunakan model Charnes, Cooper dan Rhodes (CCR) dengan orientasi *output* pada periode 1 (2010/2011) dan periode 2 (2011/2012). Kemudian hasil pengukuran tersebut dapat dibandingkan dan dianalisis dengan indeks Malmquist untuk mengetahui seberapa baik peningkatan efisiensi yang terjadi. Selain itu, proyeksi model CCR juga memberitahukan seberapa besar peningkatan yang harus dilakukan oleh bank yang tidak efisien agar mencapai efisien.

*Kata kunci: DEA, efisiensi, model CCR, indeks Malmquist, bank syariah*

#### **PENDAHULUAN**

Keberadaan dan perkembangan perbankan syariah merupakan salah satu indikator utama yang mendominasi dalam sistem ekonomi Islam (syariah). Untuk itu diperlukan suatu pengukuran kinerja perbankan syariah untuk mengetahui seberapa efisien kinerja suatu bank syariah di antara bank lainnya. Penentuan faktor pembatas yang jadi tolak ukur apakah suatu perusahaan telah bekerja secara efisien menjadi masalah tersendiri. Belum tentu faktor yang dipilih sebagai variabel untuk mengukur

tingkat efisien itu mewakili keseluruhan aspek perusahaan. Untuk itu diperlukan suatu formulasi pengukuran efisiensi yang dapat melibatkan banyak variabel.

*Data Envelopment Analysis* (DEA) merupakan alat yang dapat digunakan untuk mengukur dan membandingkan kinerja sejumlah unit pelayanan seperti bank, rumah sakit dan sekolah. DEA juga dapat menunjukkan spesifikasi ketakefisienan unit pelayanan tersebut. Menurut [2], sejak adanya formulasi DEA yang pertama kali diperkenalkan pada tahun 1978, para peneliti di sejumlah bidang dengan cepat menyadari bahwa itu adalah metodologi yang sangat baik dan mudah digunakan dalam proses pemodelan operasional untuk evaluasi kinerja. Dalam tulisan ini DEA digunakan sebagai alat untuk mengukur dan membandingkan kinerja perbankan syariah di Indonesia tahun 2010-2012.

## DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

*Data Envelopment Analysis* merupakan salah satu bentuk permodelan riset operasi berupa teknik pemrograman yang digunakan untuk menentukan tingkat efisiensi. DEA pertama kali diperkenalkan oleh Charnes *et al.* dalam [3], yang dideskripsikan sebagai model aplikasi pemrograman matematika untuk data amatan yang menyediakan cara baru dalam memperoleh pendekatan empirik dari hubungan antara *input* (masukan) dan *output* (luaran) seperti pada fungsi produksi dan/atau kurva kemungkinan produksi efisien, yang merupakan landasan utama dari ekonomi modern. DEA merupakan metode analisis non-parametrik dalam mengukur tingkat efisiensi.

Sampai saat ini, pengukuran efisiensi kinerja merupakan hal penting yang perlu dilakukan oleh sebuah perusahaan agar dapat mengevaluasi untuk kinerja ke depannya yang lebih baik. Banyak faktor yang dapat dijadikan parameter pengukuran efisiensi. Pada umumnya pengukuran dilakukan dengan rasio *output* terhadap *input*. Namun membandingkan satu variabel *input* dan satu variabel *input* saja tidak cukup mewakili kinerja perusahaan.

Sebagaimana yang telah dipaparkan dalam [3] DEA merupakan salah satu solusi dalam menangani pengukuran efisiensi yang mampu mencakup banyak *input* dan *output* tanpa perlu menghitung bobot untuk setiap variabel. DEA menghitung ukuran efisiensi dengan menentukan level *input* dan *output* yang efisien untuk unit pelayanan yang diukur.

DEA dapat menentukan nilai efisiensi untuk sebuah unit pelayanan yang dikenal dengan istilah *Decision Making Unit* (DMU) terhadap suatu batas. Batas yang dimaksud merupakan garis atau permukaan yang diciptakan oleh DMU-DMU yang terpilih, yakni DMU-DMU yang efisien. Menurut Pareto-Koopmans [3], suatu DMU dikatakan efisien jika dan hanya jika tidak mungkin mengurangi *input* (atau meningkatkan *output*) tanpa meningkatkan *input* yang lain (atau menurunkan *output* yang lain). Lazimnya tingkat efisiensi dinyatakan sebagai bilangan dalam selang  $[0,1]$  atau  $[0,100\%]$ . Suatu DMU dikatakan efisien apabila efisiensinya bernilai satu, sehingga DMU tersebut akan berada pada batas efisiensi yang disebut sebagai *efficiency frontier*. Sedangkan DMU-DMU yang tidak efisien dengan nilai efisiensi kurang dari satu, berada dalam lingkup batas efisiensi yang terbentuk. Kumpulan DMU yang berbeda tentu akan menghasilkan batas efisiensi yang berbeda, sehingga jumlah DMU, banyak dan besarnya *input* dan *output* sangat memengaruhi hasil penilaian efisiensi untuk setiap DMU. Dengan kata lain, batas efisiensi yang dibentuk sangat dipengaruhi oleh data yang digunakan.

### 2.1 Model Charnes, Cooper dan Rhodes (CCR)

Pada 1978 Charnes, Cooper dan Rhodes mengemukakan sebuah model yang memiliki orientasi *input* dan didasarkan pada asumsi skala pengembalian konstan [4]. Model ini disebut model CCR yang merupakan model dasar dalam DEA. Misalkan terdapat sejumlah  $n$  unit yang akan dievaluasi (DMU) dengan  $m$  variabel *input* dan  $s$  variabel *output*. Data *input* dan data *output* DMU <sub>$j$</sub>  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ), masing-masing adalah  $(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})$  dan  $(y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{sj})$ . Data *input* dapat disajikan dalam matriks  $X$

berukuran  $m \times n$  dan data *output* dapat disajikan dalam matriks  $Y$  berukuran  $s \times n$ , dengan  $x_{ij}$  dan  $y_{rj}$  berturut-turut merupakan *input* ke- $i$  dan *output* ke- $r$  DMU $_j$ .

Pengukuran efisiensi DMU-DMU yang ada dilakukan satu persatu. Misalkan dipilih DMU $_o$  dengan  $o \in [1, n]$ . Untuk mengukur efisiensi suatu DMU $_o$  terhadap DMU $_j$  ( $o \neq j$ ) lainnya, masalah pemrograman digunakan untuk mendapatkan bobot *input*  $v_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) dan *output*  $u_r$  ( $r = 1, 2, \dots, s$ ) sebagai variabel keputusannya.

Dengan mendefinisikan  $u = (u_1, u_2, \dots, u_s)$ ,  $v = (v_1, v_2, \dots, v_m)$ ,  $x_o = (x_{1o}, x_{2o}, \dots, x_{mo})^T$  dan  $y_o = (y_{1o}, y_{2o}, \dots, y_{so})^T$  model CCR diformulasikan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \max_{u,v} \theta_o &= u y_o \\ v x_o &= 1 \\ u Y - v X &\leq 0 \\ u &\geq 0 \\ v &\geq 0. \end{aligned} \tag{1}$$

Model (1) harus dijalankan sebanyak DMU yang ada, yaitu untuk  $o = 1, 2, \dots, n$ . DMU dengan  $\theta_o^* = 1$  membentuk batas efisiensi. Akan menjadi sangat banyak dan tidak hemat waktu jika menghitung pengoptimuman  $\theta_o^*$  dengan masalah pemrograman linear satu per satu. Dibutuhkan sebuah *software* untuk membantu menghitung skor efisiensi untuk semua DMU dalam waktu yang cukup singkat. Untuk menghitung tingkat efisiensi seluruh DMU dengan  $\theta$  sebagai fungsi objektif tunggalnya, dengan  $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n)^T$  digunakan masalah pemrograman linear dual dari (1), yaitu:

$$\begin{aligned} \min_{\theta, \lambda} \theta \\ \theta x_o - X \lambda &\geq 0 \\ Y \lambda &\geq y_o \\ \lambda &\geq 0, \end{aligned} \tag{2}$$

Pada model (2) didefinisikan kelebihan *input*  $s^-$  dan kekurangan *output*  $s^+$  sebagai variabel deviasi  $s^- = \theta x_o - X \lambda$ ,  $s^+ = Y \lambda - y_o$ , dengan  $s^- \geq 0$  dan  $s^+ \geq 0$ .

## 2.2 Reference Set

Suatu acuan berupa satu titik atau lebih yang dapat menjadi referensi untuk suatu pengukuran DMU takefisien agar menjadi efisien dikenal sebagai *reference set*. Metode untuk meningkatkan suatu DMU takefisien sesuai dengan definisi *reference set*. Pengurangan *input*  $\Delta x_o$  dan peningkatan *output*  $\Delta y_o$  secara umum dapat diperoleh dari  $\Delta x_o = x_o - (\theta^* x_o - s^{-*}) = (1 - \theta^*) x_o + s^{-*}$ , dan  $\Delta y_o = s^{+*}$ . Oleh karena itu, tersusun formula untuk memperbaiki ketakefisienan, yang disebut proyeksi CCR:

$$\begin{aligned} \hat{x}_o &= x_o - \Delta x_o = \theta^* x_o - s^{-*} \leq x_o, \\ \hat{y}_o &= y_o + \Delta y_o = y_o + s^{+*} \geq y_o, \end{aligned} \tag{3}$$

dengan  $\hat{x}_o$  dan  $\hat{y}_o$  berturut-turut menyatakan banyaknya *input* dan *output* DMU $_o$  yang harus dicapai untuk menjadi efisien.

## 2.3 Indeks Malmquist

Pada 1953 Sten Malmquist pertama kali memberikan sebuah konsep pengukuran produktivitas yang disebut *Malmquist productivity index*. Namun indeks Malmquist (*Malmquist index*) sendiri diperkenalkan oleh Caves *et al.* (1982, dalam [2]). Ada dua hal yang dihitung dalam pengukuran indeks Malmquist, yaitu efek *catch-up* dan efek *frontier-shift*. Efek *catch-up* mengukur tingkat perubahan efisiensi relatif dari periode 1 ke periode 2. Efek *frontier-shift* mengukur tingkat perubahan teknologi (kombinasi *input-output*) dari periode 1 ke periode 2. Efek *frontier-shift* lazim disebut efek inovasi.

Misal  $(x_j, y_j), j = 1, 2, \dots, n$  melambangkan pasangan input-output DMU<sub>j</sub>, dengan asumsi  $x_j \geq 0$  dan  $y_j \geq 0$  dan  $(x_j, y_1)^k = (x_j^k, y_j^k)$  melambangkan input-output DMU<sub>j</sub> pada periode ke-k ( $k = 1, 2$ ). Efek catch-up C dihitung berdasarkan rasio berikut:

$$C = \frac{\text{Efisiensi } (x_o, y_o)^2 \text{ terhadap batas efisiensi periode 2}}{\text{Efisiensi } (x_o, y_o)^1 \text{ terhadap batas efisiensi periode 1}} \quad (5)$$

$C > 1$  menandakan peningkatan dalam efisiensi dari periode 1 ke periode 2,  $C = 1$  berarti tidak ada perubahan dan  $C < 1$  menandakan penurunan efisiensi. Dengan kata lain C menunjukkan perubahan di mana suatu DMU dapat meningkatkan produksinya sehingga mencapai efisien dari suatu periode ke periode berikutnya. Ini setara dengan

$$\varphi_1 = \frac{\text{Efisiensi } (x_o, y_o)^1 \text{ terhadap batas efisiensi periode 1}}{\text{Efisiensi } (x_o, y_o)^1 \text{ terhadap batas efisiensi periode 2}} \quad (6)$$

Secara keseluruhan, besarnya efek *frontier-shift* F bagi DMU bersangkutan ialah<sup>h</sup>

$$F = \sqrt{\varphi_1 \varphi_2} \quad (7)$$

dengan

$$\varphi_2 = \frac{\text{Efisiensi } (x_o, y_o)^2 \text{ terhadap batas efisiensi periode 1}}{\text{Efisiensi } (x_o, y_o)^2 \text{ terhadap batas efisiensi periode 2}} \quad (8)$$

$F > 1$  berarti ada peningkatan produktivitas (inovasi) dari periode 1 ke periode 2 pada DMU<sub>o</sub>,  $F = 1$  tidak ada perubahan dan  $F < 1$  menyatakan penurunan dalam teknologi.

Indeks Malmquist M didefinisikan sebagai perkalian efek *catch-up* C dan *frontier-shift* F, yaitu

$$M = C F \quad (9)$$

Nilai M yang lebih besar dari satu ( $M > 1$ ), menunjukkan pertumbuhan produktivitas dari periode 1 ke periode 2. Sedangkan nilai M yang kurang dari satu ( $M < 1$ ), menunjukkan penurunan produktivitas dan  $M = 1$  menunjukkan tidak ada perubahan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Saat penelitian ini berlangsung, terdapat sebelas Bank Umum Syariah yang terdaftar di Bank Indonesia. Namun tulisan ini hanya menggunakan sembilan dari sebelas bank tersebut karena dua bank lainnya merupakan bank yang baru beroperasi sehingga datanya masih belum lengkap untuk disertakan dalam analisis efisiensi ini. Data berasal dari Laporan Keuangan Perbankan Syariah dan Statistik Perbankan Syariah yang dipublikasikan melalui Bank Indonesia tahun 2010-2012. Data tersebut dibagi ke dalam dua periode yakni periode 1 (Juni 2010-Mei 2011) dan periode 2 (Juni 2011-Mei 2012).

Bank-bank yang diukur dapat dilihat pada Tabel 1. Pada tulisan ini dipilih tiga variabel *input* dan tiga variabel *output* yang dianggap dapat mewakili kinerja perbankan syariah, seperti diberikan pada Tabel 2.



Tabel 1 Bank syariah sebagai Decision Making Unit

DMU	Nama Bank
1	Bank Syariah BNI
2	Bank Syariah Muamalat Indonesia
3	Bank Syariah Mandiri
4	Bank Syariah Mega Indonesia
5	Bank BCA Syariah
6	Bank Syariah BRI
7	Bank Jabar Banten Syariah
8	Bank Panin Syariah
9	Bank Syariah Bukopin

Tabel 2 Variabel input dan output

Notasi	Variabel <i>input</i>	Notasi	Variabel <i>output</i>
$x_1$	Dana pihak ketiga	$y_1$	Pembiayaan
$x_2$	Biaya tenaga kerja	$y_2$	Pendapatan bagi hasil
$x_3$	Jumlah kantor	$y_3$	Pendapatan operasional lainnya

### 3.1 Analisis Efisiensi Teknik

Hasil yang diberikan oleh DEA-Solver pada pengukuran efisiensi perbankan syariah pada dua periode disajikan pada Tabel 3 dan 4. Hasil pengukuran efisiensi yang dicapai oleh bank syariah pada Tabel 3 memperlihatkan bahwa terdapat lima bank yang efisien yaitu Bank Syariah Muamalat Indonesia, Bank Syariah Mandiri, Bank BCA Syariah, Bank Panin Syariah dan Bank Syariah Bukopin. Lima bank tersebut menjadi batas efisiensi bagi bank-bank lainnya.

Sedangkan hasil pengukuran efisiensi bank syariah di Indonesia periode 2 pada Tabel 4 juga menunjukkan lima bank yang efisien namun dengan komposisi yang berbeda, kelima bank tersebut yakni Bank Syariah BNI, Bank Syariah Muamalat Indonesia, Bank Syariah Mandiri, Bank Panin Syariah dan Bank Syariah Bukopin.

Tabel 3 Skor efisiensi bank syariah periode 1

DMU	Skor efisiensi	<i>Reference set</i> ( $\lambda$ )
1	0.710	DMU <sub>2</sub> (0.008)    DMU <sub>3</sub> (0.115)
2	1.000	
3	1.000	
4	0.414	DMU <sub>5</sub> (12.697)
5	1.000	
6	0.675	DMU <sub>2</sub> (0.011)    DMU <sub>3</sub> (0.212)    DMU <sub>9</sub> (0.290)
7	0.641	DMU <sub>2</sub> (0.022)    DMU <sub>3</sub> (0.022)    DMU <sub>8</sub> (1.724)
8	1.000	
9	1.000	

Tabel 4 Skor efisiensi bank syariah periode 2

DMU	Skor efisiensi	<i>Reference set</i> ( $\lambda$ )		
1	1.000			
2	1.000			
3	1.000			
4	0.355	DMU <sub>1</sub> (1.403)		
5	0.353	DMU <sub>1</sub> (0.006)	DMU <sub>3</sub> (0.016)	DMU <sub>8</sub> (0.910)
6	0.618	DMU <sub>1</sub> (0.516)	DMU <sub>3</sub> (0.086)	DMU <sub>9</sub> (1.637)
7	0.459	DMU <sub>2</sub> (0.017)	DMU <sub>8</sub> (3.786)	
8	1.000			
9	1.000			

### 3.2 Proyeksi DMU Takefisien

Tidak hanya menentukan tingkat efisiensi dari sejumlah DMU, DEA juga dapat mengukur seberapa besar penambahan *output* (untuk model CCR orientasi *output*) atau pengurangan *input* (untuk model CCR orientasi *input*) oleh DMU takefisien agar mencapai efisien. Berdasarkan Tabel 3, terdapat empat bank yang memiliki nilai efisiensi kurang dari satu yang berarti bank tersebut takefisien. Hasil evaluasi DEA memberikan proyeksi ketiga *output* untuk masing-masing DMU, seberapa besar *output* yang seharusnya dicapai oleh DMU agar menjadi efisien.

Penambahan *output* terbesar pada pembiayaan, pendapatan bagi hasil dan pendapatan operasional lainnya yang harus dilakukan terdapat pada DMU<sub>4</sub> (Bank Syariah Mega Indonesia) berturut-turut yakni sebesar 919.22%, 176.61% dan 141.64% untuk mencapai efisien. Persentase penambahan *output* minimum pada periode 1 sebesar 40.91% terdapat pada DMU<sub>1</sub> (Bank Syariah BNI).

Kemudian proyeksi DMU takefisien pada periode 2, persentase penambahan *output* minimum pada periode ini lebih tinggi dibandingkan periode sebelumnya yakni mencapai 61.83% untuk pendapatan bagi hasil dan pendapatan operasional lainnya pada DMU<sub>5</sub> (Bank BCA Syariah). Kemudian penambahan *output* terbesar yakni 999.90%, ini juga terjadi pada Bank Syariah Mega Indonesia yakni *output* berupa pembiayaan dan pendapatan bagi hasil.

Pengendalian *output* ini dapat menjadi bahan pertimbangan oleh bank terkait untuk meningkatkan kinerja di periode berikutnya. Ketakefisienan tersebut disebabkan penggunaan *input* yang kurang maksimal. Sebagai contoh, bank bisa saja melakukan kebijakan dalam pengendalian dan alokasi sumber daya yang optimal, atau melakukan promosi lebih intensif agar mampu menarik nasabah baru.

### 3.3 Analisis Indeks Malmquist

Di bagian ini akan dianalisis perubahan produktivitas kinerja (efisiensi dan teknologi) antarwaktu pada Bank Umum Syariah di Indonesia menggunakan indeks Malmquist. Skor indeks Malmquist  $M$  dari pengukuran sembilan bank selama dua periode ditunjukkan pada Tabel 5. Indeks Malmquist  $M$  ditentukan melalui formula  $M = C F$  di mana  $C$  dan  $F$  berturut-turut menyatakan perubahan efisiensi (*catch-up*) dan perubahan teknologi (*frontier-shift*) dari periode 1 ke periode 2.

Tabel 5 Skor *catch-up*, *frontier-shift* dan indeks Malmquist

DMU	<i>Catch-up C</i>	<i>Frontier-shift F</i>	<i>Indeks Malmquist M</i>
1	1.409	1.198	1.688
2	1.000	0.907	0.907
3	1.000	1.102	1.102
4	0.858	1.394	1.196
5	0.353	1.112	0.393
6	0.915	1.172	1.072
7	0.716	1.128	0.808
8	1.000	1.009	1.009
9	1.000	1.019	1.019

Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa dari sembilan bank yang dianalisis, terdapat empat bank yang tidak mengalami peningkatan efisiensi ( $C = 1$ ), empat bank yang mengalami penurunan skor efisiensi ( $C < 1$ ) dan hanya satu bank yang bergerak menuju efisien ( $C > 1$ ). Demikian dapat dikatakan sebagian besar bank mempertahankan dan atau dapat meningkatkan tingkat efisiensinya. Selanjutnya, perubahan teknik dalam teknologi produksi yang dilambangkan dengan  $F$  menunjukkan bahwa delapan bank mengalami peningkatan ( $F > 1$ ) dan hanya satu bank yang mengalami penurunan ( $F < 1$ ). Sehingga dapat disimpulkan bahwa secara teknik produksi hampir semua bank memiliki inovasi dari periode ke periode berikutnya.

Secara umum bank-bank syariah mengalami pertumbuhan efisiensi karena ada enam dari sembilan (67%) bank yang memiliki  $M > 1$ . Bank Syariah BNI merupakan bank yang memiliki pertumbuhan paling baik. Sebagai perbandingan, Bank Syariah BNI memiliki skor efisiensi 0.710 pada periode 1 kemudian skornya meningkat menjadi 1 sehingga menjadi efisien pada periode 2. Sebaliknya Bank BCA Syariah dengan capaian  $M$  terendah mengalami penurunan skor efisiensi yang sangat besar. Awalnya Bank BCA Syariah mencapai skor efisiensi 1 pada periode 1 kemudian menurun hingga skor efisiensinya hanya 0.353 pada periode 2.

Perhatikan skor indeks Malmquist untuk empat DMU yang selalu memiliki skor efisiensi 1 untuk dua periode yakni Bank Syariah Muamalat Indonesia, Bank Syariah Mandiri, Bank Panin Syariah dan Bank Syariah Bukopin. Ternyata empat DMU ini memiliki skor indeks Malmquist yang beragam namun dapat dipastikan memiliki skor  $C = 1$  karena skor efisiensi tidak mengalami perubahan yakni stabil di 1. Akan tetapi perolehan skor  $F$  yang berbeda-beda, hal ini berarti setiap DMU memiliki kombinasi *input-output* yang berbeda pada setiap periodenya. Dari empat bank tersebut hanya ada satu bank yang mengalami penurunan secara teknologi produksi yakni Bank Syariah Muamalat Indonesia, hal ini dapat dilihat melalui kombinasi *input-output*, terdapat peningkatan yang signifikan pada variabel *input* namun peningkatan variabel *output* tidak sesuai yang seharusnya bisa mencapai lebih tinggi. Dengan demikian indeks Malmquist dapat digunakan sebagai indikator perubahan efisiensi serta perubahan teknologi (kombinasi *input-output*) sejumlah DMU yang beroperasi selama dua periode.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1 Kesimpulan

Tulisan ini membahas model Charnes, Cooper dan Rhodes (CCR) sebagai model dasar dalam *Data Envelopment Analysis* (DEA) yang mampu mengevaluasi kinerja sekumpulan unit pelayanan (*Decision Making Unit*, DMU) dengan banyak variabel *input* dan variabel *output*. Kemudian model ini diimplementasikan untuk mengukur efisiensi bank syariah di Indonesia selama dua periode yakni periode 1 (Juni 2010 - Mei 2011) dan periode 2 (Juni 2011- Mei 2012).

Pengukuran efisiensi terhadap sembilan bank syariah di Indonesia pada periode 1 memberikan hasil bahwa lima dari sembilan bank telah bekerja secara efisien yakni dengan skor efisiensi sama dengan satu ( $\theta^* = 1$ ). Sedangkan untuk periode 2 juga memberikan hasil serupa yakni lima bank yang efisien, namun dengan komposisi berbeda. Artinya ada bank yang mengalami peningkatan efisiensi dan ada pula yang mengalami penurunan efisiensi. Dari pengukuran dua periode tersebut terdapat empat bank yang selalu mencapai skor efisiensi 1 yaitu Bank Syariah Muamalat Indonesia, Bank Syariah Mandiri, Bank Panin Syariah dan Bank Syariah Bukopin

Untuk DMU-DMU yang takefisien atau skor efisiensinya kurang dari satu ( $\theta^* < 1$ ) dapat diproyeksikan agar menjadi efisien. Dikarenakan model DEA yang digunakan adalah model CCR berorientasi *output*, sehingga dalam kasus ini bank yang takefisien disarankan untuk mampu meningkatkan setiap variabel *output* sampai suatu target nilai agar mencapai efisien.

Analisis perubahan efisiensi dan produktivitas dari sejumlah DMU (dalam tulisan ini berupa bank syariah) menggunakan indeks Malmquist. Hasil yang diperoleh dari skor indeks Malmquist menunjukkan bahwa dua pertiga bank yang dievaluasi mengalami peningkatan produktivitas.

#### 4.2 Saran

Masih banyak model DEA selain model CCR yang dapat diimplementasikan untuk mengukur efisiensi. Perbedaan model yang digunakan dapat memberikan hasil yang berbeda. Bagi yang berminat, untuk mengamati perkembangan bank syariah dapat pula membandingkan kinerja antara bank syariah dengan bank konvensional menggunakan DEA, hanya saja perlu pemilihan variabel *input* dan variabel *output* yang tepat di mana semua data variabel terpilih harus dimiliki oleh semua bank yang akan dijadikan DMU.

#### PUSTAKA

- [1] Coelli TJ, Rao DSP, O'Donnell CJ, Battese GE. 2005. *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Ed ke-2. New York (US): Springer.
- [2] Cooper WW, Seiford LM, Zhu J. 2004. *Handbook on Data Envelopment Analysis*. Ed ke-2. Boston (US): Kluwer.
- [3] Cooper WW, Seiford LM, Tone K. 2006. *Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses with DEA Software and References*. New York (US): Springer.
- [4] Cooper WW, Seiford LM, Tone K. 2007. *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*. Ed ke-2. New York (US): Springer.
- [5] Dacanay SJO. 2007. Malmquist index and technical efficiency of Philippine commercial banks in the post-Asian financial crisis period. *Phil Man Rev*. 14:93-114.
- [6] Mohammadi A, Ranaei H. 2011. The application of DEA based Malmquist productivity index in organizational performance analysis. *IRJFE*. 62:68-76.
- [7] Purnomo BAY. 2006. Analisis efisiensi dengan pendekatan *data envelopment analysis* (DEA) [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- [8] Rivai V, Arifin A. 2010. *Islamic Banking: Sebuah Teori, Konsep dan Aplikasi*. Jakarta (ID): Bumi Aksara.
- [9] Winston WL. 2004. *Operations Research Applications and Algorithms*. Ed ke-4. New York (US): Duxbury.