



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
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, Prapto 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	
Suharsono 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

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 *THINK TALK WRITE*

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

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

**PEMODELAN MASALAH PENJADWALAN PERAWAT MENGGUNAKAN
NONPREEMPTIVE GOAL PROGRAMMING: STUDI KASUS DI RUMAH SAKIT
PERMATA BEKASI**

**NURSE SCHEDULING PROBLEM WITH NONPREEMPTIVE GOL PROGRAMMING:
CASE STUDY IN PERMATA BEKASI HOSPITAL**

Ihsan Caisario^{1*}, Farida Hanum², Toni Bakhtiar³

Departemen Matematika FMIPA IPB, Bogor^{1,2,3}
ihsancaisario01@gmail.com

ABSTRACT

In some cases, nurse scheduling is conducted manually by either the hospital manager or head of nurse. With this way, it may occur that some scheduling regulations for the nurses are not accommodated. The primary objective of this paper is to model the nurse scheduling problem in the form of non-preemptive goal programming framework, where the key feature under consideration is the arrangement of the day-offs. We distinct the day-off between a (pure) day-off, where nurses get 24 hours for rest, and a free-time, a non-full-day rest which can be gained after a night shift in the day before. We also consider an occasion where some units in the hospital are off in several certain days. Our model is then implemented in the nurse scheduling of Permata Bekasi Hospital. Solving by Lingo 11.0, it is shown that almost all of the hospital regulations are satisfied.

Keywords: Day-off, Goal Programming, Hospital, Nurse, Scheduling

ABSTRAK

Dalam beberapa kasus, penjadwalan perawat dilakukan secara manual baik oleh manajer rumah sakit atau kepala perawat. Dengan cara ini, bisa terjadi bahwa beberapa peraturan penjadwalan untuk perawat tidak terakomodasi. Tujuan utama dari makalah ini ialah memodelkan masalah penjadwalan perawat dalam bentuk *non-preemptive goal programming*. Perbedaan mendasar dalam masalah penjadwalan dalam makalah ini ialah mengenai pengaturan waktu libur. Kami membedakan waktu libur menjadi hari libur (penuh), di mana perawat mendapatkan 24 jam untuk istirahat, dan waktu luang/hari lepas, yaitu istirahat 14 jam yang dapat diperoleh setelah perawat bertugas pada *shift* malam di hari sebelumnya. Kami juga mempertimbangkan kesempatan di mana beberapa unit di rumah sakit diliburkan dalam hari tertentu. Model kami kemudian diimplementasikan pada masalah penjadwalan perawat di Rumah Sakit Permata Bekasi. Penyelesaian masalah tersebut dengan LINGO 11.0 memperlihatkan bahwa hampir semua peraturan rumah sakit dapat dipenuhi.

Katakunci: Goal Programming, Hari libur, Penjadwalan, Perawat, Rumah sakit

PENDAHULUAN

Masalah penjadwalan karyawan ataupun pekerja telah banyak dibahas dalam riset operasi, terutama pekerja pada perusahaan-perusahaan pelayanan publik. Contoh perusahaan pelayanan publik ini ialah rumah sakit. Rumah sakit memiliki beberapa unit, seperti instalasi gawat darurat, rawat inap, ruang operasi atau *operatie kamer* (OK), poliklinik, dan lain-lain. Semua unit ini bertujuan memberikan pelayanan kesehatan bagi publik atau masyarakat. Umumnya, unit-unit di rumah sakit ini memberikan pelayanan selama 24 jam dalam satu harinya, tetapi juga ada beberapa unit yang hanya memberikan pelayanan pada jam-jam tertentu saja.

Selain dokter, setiap unit membutuhkan perawat, agar dapat memberikan pelayanan yang optimal kepada masyarakat. Oleh karena itu, dibutuhkan penjadwalan yang tepat dan efisien untuk memenuhi kebutuhan perawat di tiap unit, namun tidak memberatkan para perawat. Penjadwalan yang tidak tepat dapat menyebabkan perawat kelelahan dan berdampak buruk pada performa kerja berikutnya. Pada umumnya, tiap rumah sakit membuat jadwal jaga atau kerja untuk perawatnya secara manual yang dilakukan oleh manajer atau kepala perawat. Dengan cara seperti ini biasanya tidak semua regulasi atau aturan rumah sakit tentang penjadwalan perawat dapat dipenuhi. Dalam tulisan ini masalah penjadwalan perawat akan dimodelkan menggunakan metode *nonpreemptive goal programming* serta diaplikasikan pada masalah penjadwalan perawat di Rumah Sakit Permata Bekasi.

NONPREEMPTIVE GOAL PROGRAMMING

Goal programming diperkenalkan pertama kali oleh Abraham Charnes dan William Cooper pada tahun 1950-an. Dalam [1] dijelaskan bahwa prinsip dasar *goal programming* ialah mengubah model linear yang memiliki fungsi objektif yang lebih dari satu ke dalam bentuk fungsi objektif yang tunggal. Solusi dari model *goal programming* biasanya bukan merupakan solusi yang optimum, tetapi merupakan solusi yang cukup efisien sehingga beberapa dari tujuan dapat dicapai secara bersamaan.

Secara umum *goal programming* terbagi atas dua macam. Pertama, *preemptive goal programming* yaitu metode *goal programming* dengan menentukan tingkatan prioritas *goal* yang ingin dicapai. Kedua, *nonpreemptive goal programming* atau lebih dikenal dengan metode pembobotan. Dalam *preemptive goal programming*, pembuat keputusan harus mengurutkan hierarki *goal* dari yang terpenting yang ingin dicapai. Pendekatan untuk mencari solusi dari metode ini dilakukan melalui beberapa tahap. Pertama, *goal* prioritas utama dimasukkan ke dalam model. Setelah solusi diperoleh, dilanjutkan ke prioritas kedua, dengan memasukkan fungsi objektif prioritas kedua dan menghapus variabel deviasi dari prioritas pertama, dan seterusnya.

Pada metode pembobotan atau *nonpreemptive goal programming*, fungsi objektifnya berupa penjumlahan dari nilai-nilai variabel deviasi yang telah diberikan bobot. Pemberian bobot pada setiap variabel deviasi berdasarkan pada tingkat seberapa penting *goal* tersebut untuk dicapai. Semakin tinggi nilai bobot yang diberikan, semakin penting *goal* tersebut untuk dicapai, begitu juga sebaliknya.

Dalam tulisan ini, *goal programming* yang digunakan adalah *nonpreemptive goal programming* dengan bentuk umum mengacu pada [1] adalah sebagai berikut.

Fungsi objektif: $\min \sum_t w_t d_t$

Kendala utama: $f_j(x_i) \geq 0$, atau $f_j(x_i) \leq 0$, atau $f_j(x_i) = 0$, $\forall i$ dan $\forall j$

Kendala tambahan: $g_j(x_i) - d_t = 0$, $\forall i$ dan $\forall j$

dengan $d_t = d_t^+ - d_t^-$ merupakan variabel deviasi dari tujuan ke- t yang ingin dicapai. Variabel d_t^+ disebut juga dengan variabel deviasi positif. Variabel deviasi positif adalah variabel yang menyatakan kelebihan dari nilai tujuan ke- t yang telah ditentukan, sedangkan d_t^- merupakan variabel deviasi negatif yang menyatakan nilai yang diperoleh kurang dari target atau tujuan ke- t yang telah ditentukan. Parameter w_t merupakan bobot yang diberikan untuk setiap variabel deviasi. Fungsi $f_j(x_i)$ dan $g_j(x_i)$ pada kendala berbentuk fungsi linear. Variabel x_i adalah variabel keputusan untuk model *nonpreemptive goal programming* ini.

Fungsi objektif dari *goal programming* ini ialah meminimumkan deviasi atau penyimpangan dari target atau tujuan yang telah ditentukan. Secara umum terdapat tiga kemungkinan tujuan atau *goal* yang ingin dicapai, yaitu (1) $g_j(x_i) \geq 0$, (2) $g_j(x_i) \leq 0$, (3) $g_j(x_i) = 0$. Setelah diberi variabel deviasi, maka kendala tambahan dari tiga kemungkinan *goal* tersebut ialah sebagai berikut.

- (1) $g_j(x_i) + d_t^- - d_t^+ = 0$, dengan meminimumkan nilai dari d_t^- ,
- (2) $g_j(x_i) + d_t^- - d_t^+ = 0$, dengan meminimumkan nilai dari d_t^+ ,
- (3) $g_j(x_i) + d_t^- - d_t^+ = 0$, dengan meminimumkan nilai dari $d_t^+ + d_t^-$.

MODEL PENJADWALAN

3.1 Deskripsi Masalah

Umumnya, rumah sakit di Indonesia membagi jadwal *shift* kerja menjadi tiga bagian, yaitu *shift* pagi, *shift* sore, dan *shift* malam. Pada umumnya, “waktu libur” didefinisikan sebagai tidak bekerja selama 24 jam. Namun di beberapa rumah sakit, waktu libur terbagi atas dua macam, yaitu waktu libur yang diberikan dalam rentang waktu satu hari (24 jam terhitung dari pukul 00.00 dari hari tersebut hingga pukul 24.00 atau pukul 00.00 di hari berikutnya), dan waktu libur yang kurang dari 24 jam yang biasanya dinamakan dengan “waktu lepas”. Waktu lepas merupakan libur yang diberikan oleh rumah sakit ketika perawat telah mendapatkan *shift* malam pada hari sebelumnya.

Dalam masalah penjadwalan perawat ini diberikan aturan serta asumsi yang digunakan pada tulisan ini.

Aturan umum rumah sakit tentang penjadwalan perawat

1. Rumah sakit terdiri dari beberapa unit. Setiap perawat yang telah ditugaskan untuk satu unit tertentu, tidak bisa berpindah tugas ke unit lainnya.
2. Beberapa unit pada rumah sakit tertentu, ada yang dijadwalkan libur pada hari tertentu. Misalnya seperti unit Poliklinik pada umumnya diliburkan pada hari Minggu.
3. Perawat dijadwalkan bekerja dengan total jam kerja sebanyak $\pm A^{tot}$ jam per bulan
4. Terdapat tiga *shift* kerja: *shift* pagipukul 07.00 – 14.00 (7 jam kerja), *shift* sore pukul 14.00 – 21.00 (7 jam kerja), dan *shift* malampukul 21.00 – 07.00 (10 jam kerja).
5. Sistem penjadwalan perawat menggunakan sistem enam hari kerja dengan rincian *shift*: dua kali *shift* pagi, dua kali *shift* sore, dan dua kali *shift* malam.
6. Perawat tidak boleh mendapatkan *shift* malam lebih dari tiga kali berturut-turut.
7. Perawat yang telah mendapatkan *shift* malam tidak akan mendapatkan *shift* sore atau *shift* pagi di hari berikutnya, tetapi mendapatkan waktu lepas atau *shift* malam.
8. Dengan sistem penjadwalan enam hari kerja, perawat diusahakan tidak bekerja lebih dari enam hari berturut-turut.
9. Perawat yang ingin mendapatkan waktu lepas pada umumnya juga ingin mendapatkan hari libur pada hari berikutnya. Dengan kata lain, perawat ingin mendapatkan libur selama satu setengah hari.

Asumsi dari kondisi perawat

1. Dalam tulisan ini, perawat yang akan dijadwalkan ialah perawat yang melayani pasien secara langsung (bukan kepala perawat)
2. Perawat diasumsikan dalam kondisi dan kemampuan yang sama sehingga tidak ada perawat yang dikhususkan dalam menjadwalkan perawat tersebut.

3.2 Model Matematik

Model penjadwalan perawat dalam tulisan ini dikembangkan dari model 0 – 1 *goal programming* untuk penjadwalan perawat yang dibahas Azaiez dan Al-Sharif dalam [2]. Dalam memodelkan masalah penjadwalan perawat ini, diperlukan beberapa himpunan, indeks, parameter, dan variabel keputusan.

Himpunan:

I : himpunan semua hari dalam model penjadwalan, D : himpunan dari beberapa hari yang diliburkan, dengan $D \subset I$, J : himpunan semua perawat yang akan dijadwalkan.

Indeks

t = indeks dari tujuan (*goal*), i = indeks dari hari, j = indeks dari perawat.

Parameter

rp_i : banyaknya perawat yang diperlukan pada *shift* pagi di hari- i
 rs_i : banyaknya perawat yang diperlukan pada *shift* sore di hari- i
 rm_i : banyaknya perawat yang diperlukan pada *shift* malam di hari- i
 n : banyaknya hari dalam model penjadwalan perawat
 m : banyaknya perawat yang akan dijadwalkan pada unit tertentu
 d : banyaknya hari libur pada unit tertentu.
 $w_{t,j}$: bobot untuk variabel deviasi positif pada *goal* ke- t untuk perawat- j
 $v_{t,j}$: bobot untuk variabel deviasi negatif pada *goal* ke- t untuk perawat- j
 $w_{t,i,j}$: bobot untuk variabel deviasi positif pada *goal* ke- t untuk perawat- j di hari- i
 $v_{t,i,j}$: bobot untuk variabel deviasi negatif pada *goal* ke- t untuk perawat- j di hari- i
 A^{tot} : total jumlah jam kerja untuk seorang perawat dalam susunan penjadwalan.

Variabel-variabel Keputusan

Variabel-variabel keputusan yang digunakan ialah sebagai berikut.

$p_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{jika perawat } j \text{ bertugas pada } \textit{shift} \text{ pagi di hari } i \\ 0, & \text{jika perawat } j \text{ tidak bertugas pada } \textit{shift} \text{ pagi di hari } i \end{cases}$
 $s_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{jika perawat } j \text{ bertugas pada } \textit{shift} \text{ sore di hari } i \\ 0, & \text{jika perawat } j \text{ tidak bertugas pada } \textit{shift} \text{ sore di hari } i \end{cases}$
 $m_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{jika perawat } j \text{ bertugas pada } \textit{shift} \text{ malam di hari } i \\ 0, & \text{jika perawat } j \text{ tidak bertugas pada } \textit{shift} \text{ malam di hari } i \end{cases}$
 $l_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{jika perawat } j \text{ mendapatkan libur di hari } i \\ 0, & \text{jika perawat } j \text{ tidak mendapatkan libur di hari } i \end{cases}$
 $le_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{jika perawat } j \text{ mendapatkan hari lepas di hari } i \\ 0, & \text{jika perawat } j \text{ tidak mendapatkan hari lepas di hari } i \end{cases}$

Variabel-variabel Deviasi

$\rho_{t,j}$ = variabel yang menyatakan nilai kelebihan dari target- t untuk perawat- j .
 $\eta_{t,j}$ = variabel yang menyatakan nilai kekurangan dari target- t untuk perawat- j .
 $\rho_{t,i,j}$ = variabel yang menyatakan nilai kelebihan dari target- t pada hari- i untuk perawat- j .
 $\eta_{t,i,j}$ = variabel yang menyatakan nilai kekurangan dari target- t pada hari- i untuk perawat- j .

Fungsi Objektif:

Secara umum, fungsi tujuan dari *goal programming* ini adalah meminimumkan deviasi dari tujuan yang ingin dicapai.

$$\min \sum_t \sum_j w_{t,j} \cdot \rho_{t,j} + \sum_t \sum_j v_{t,j} \cdot \eta_{t,j} + \sum_t \sum_i \sum_j w_{t,i,j} \cdot \rho_{t,i,j} + \sum_t \sum_i \sum_j \rho_{t,i,j} \cdot \eta_{t,i,j}$$

untuk setiap t, i , dan j .

Kendala dalam masalah penjadwalan ini terbagi menjadi dua: (1) Kendala Utama yang berisi aturan yang harus dipenuhi dan (2) Kendala Tambahan yang berisi aturan yang sedapat mungkin dapat dipenuhi.

Kendala Utama:

1. Banyaknya perawat yang bertugas untuk *shift* pagi pada hari i harus memenuhi kebutuhan: $\sum_{j=1}^m p_{i,j} \geq rp_i$, untuk setiap $i = 1, 2, \dots, n$.
2. Banyaknya perawat yang bertugas untuk *shift* sore pada hari i harus memenuhi kebutuhan: $\sum_{j=1}^m s_{i,j} \geq rs_i$, untuk setiap $i = 1, 2, \dots, n$.
3. Banyaknya perawat yang bertugas untuk *shift* malam pada hari i harus memenuhi kebutuhan: $\sum_{j=1}^m m_{i,j} \geq rm_i$, untuk setiap $i = 1, 2, \dots, n$.
4. Setiap perawat hanya bertugas untuk satu *shift* kerja, libur, atau lepas setiap harinya: $p_{i,j} + s_{i,j} + m_{i,j} + l_{i,j} + le_{i,j} = 1$, untuk setiap $i = 1, 2, \dots, n$ dan perawat $j = 1, 2, \dots, m$.
5. Jika perawat telah ditugaskan pada *shift* malam, maka ia tidak boleh ditugaskan kembali pada *shift* pagi di hari berikutnya: $m_{i,j} + p_{i+1,j} \leq 1$, untuk setiap hari $i = 1, 2, \dots, (n-1)$ dan perawat $j = 1, 2, \dots, m$.
6. Jika perawat telah ditugaskan pada *shift* malam, maka ia tidak boleh ditugaskan kembali pada *shift* sore di hari berikutnya: $m_{i,j} + s_{i+1,j} \leq 1$, untuk setiap hari $i = 1, 2, \dots, (n-1)$ dan perawat $j = 1, 2, \dots, m$.
7. Waktu lepas dapat diberikan setelah perawat tersebut bertugas pada *shift* malam selama satu hingga tiga kali berturut-turut: $m_{i,j} + m_{i+1,j} + m_{i+2,j} - (le_{i+1,j} + le_{i+2,j} + le_{i+3,j}) \leq 2$, untuk setiap hari $i = 1, 2, \dots, (n-3)$ dan perawat $j = 1, 2, \dots, m$.
8. Waktu lepas hanya diperoleh perawat setelah mendapatkan *shift* malam, bukan *shift* pagi, *shift* sore, dan hari libur: $p_{i,j} + le_{i+1,j} \leq 1$; $s_{i,j} + le_{i+1,j} \leq 1$, $l_{i,j} + le_{i+1,j} \leq 1$, untuk setiap hari $i = 1, \dots, (n-1)$ dan perawat $j = 1, 2, \dots, m$.
9. Perawat mendapatkan waktu lepas setelah *shift* malam, bukannya hari libur: $m_{i,j} + l_{i+1,j} \leq 1$, untuk setiap hari $i = 1, 2, \dots, (n-1)$ dan perawat $j = 1, 2, \dots, m$.
10. Jika pada hari tertentu suatu unit diliburkan, maka semua perawat untuk unit tersebut tidak ada yang bertugas: $\sum_{i \in D} l_{i,j} = d$, untuk setiap perawat $j = 1, 2, \dots, m$ dan $D \subset I$.

Kendala Tambahan:

1. Total jam kerja setiap perawat dalam satu bulan sebanyak A^{tot} jam, dengan deviasi yang diberikan ± 3 jam. Total jam kerja seorang perawat selama satu bulan dihitung dari total kerja ia mendapatkan jadwal *shift* pagi (7 jam), *shift* sore (7 jam), dan *shift* malam (10 jam): $7 \cdot \sum_{i=1}^n p_{i,j} + 7 \cdot \sum_{i=1}^n s_{i,j} + 10 \cdot \sum_{i=1}^n m_{i,j} \geq A^{tot} - 3$, dan $7 \cdot \sum_{i=1}^n p_{i,j} + 7 \cdot \sum_{i=1}^n s_{i,j} + 10 \cdot \sum_{i=1}^n m_{i,j} \leq A^{tot} + 3$, untuk setiap perawat $j = 1, 2, \dots, m$.

2. Perawat diusahakan bekerja tidak lebih dari enam hari berturut-turut: $l_{i,j} + l_{i+1,j} + l_{i+2,j} + l_{i+3,j} + l_{i+4,j} + l_{i+5,j} + l_{i+6,j} \geq 1$ untuk setiap hari $i = 1, 2, \dots, (n-6)$ dan perawat $j = 1, 2, \dots, m$.
3. Jika perawat telah mendapatkan waktu lepas, maka perawat tersebut ingin mendapatkan hari libur pada hari berikutnya: $le_{i,j} + l_{i+1,j} \leq 0$, untuk setiap hari $i = 1, 2, \dots, (n-1)$ dan perawat $j = 1, 2, \dots, m$.

Kendala-kendala tambahan ini tidak mutlak harus dipenuhi, sehingga dibutuhkan suatu variabel deviasi untuk mengetahui seberapa besar kendala tersebut dilanggar. Berikut diberikan bentuk kendala tambahan setelah diberi variabel deviasi.

1. $7 \cdot \sum_{i=1}^n p_{i,j} + 7 \cdot \sum_{i=1}^n s_{i,j} + 10 \cdot \sum_{i=1}^n m_{i,j} + \eta_{1,j} - \rho_{1,j} = A^{tot} - 3$
2. $7 \cdot \sum_{i=1}^n p_{i,j} + 7 \cdot \sum_{i=1}^n s_{i,j} + 10 \cdot \sum_{i=1}^n m_{i,j} + \eta_{2,j} - \rho_{2,j} = A^{tot} + 3$
3. $l_{i,j} + l_{i+1,j} + l_{i+2,j} + l_{i+3,j} + l_{i+4,j} + l_{i+5,j} + l_{i+6,j} + \eta_{3,i,j} - \rho_{3,i,j} = 1$
4. $le_{i,j} + l_{i+1,j} + \eta_{4,i,j} - \rho_{4,i,j} = 0$

Keempat kendala inilah yang akan dimasukkan ke dalam model dengan meminimumkan variabel deviasi $\eta_{1,j}$, $\rho_{2,j}$, $\eta_{3,i,j}$, dan $\rho_{4,i,j}$ sebagai fungsi objektif dan memberikan nilai bobot $v_{1,j}$, $w_{2,j}$, $v_{3,i,j}$, dan $w_{4,i,j}$ sehingga fungsi objektifnya menjadi:

$$\min z = v_{1,j} \sum_{j=1}^m \eta_{1,j} + w_{2,j} \sum_{j=1}^m \rho_{2,j} + v_{3,i,j} \cdot \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \eta_{3,i,j} + w_{4,i,j} \cdot \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \rho_{4,i,j}$$

STUDI KASUS

Studi kasus pada tulisan ini adalah masalah penjadwalan perawat Rumah Sakit Permata Bekasi. Rumah sakit ini merupakan rumah sakit bersalin yang sebagian besar pelayanan ditujukan kepada para ibu dan anak-anak. Rumah sakit tersebut menyediakan fasilitas berupa unit-unit dalam pelayanan kesehatan kepada masyarakat. Unit-unit pada rumah sakit ini terdiri atas unit Instalasi Gawat Darurat (IGD), unit Poliklinik, unit Rawat Inap, unit Ruang Operasi atau *Operatie Kamer* (OK), unit *Verlos Kamer* (VK), dan kamar perawatan perkembangan bayi dan balita (perina). Setiap unit di Rumah Sakit Permata Bekasi memerlukan penjadwalan perawat yang tepat agar pihak rumah sakit dapat memberikan pelayanan kesehatan secara optimal. Dari unit-unit tersebut, unit Instalasi Gawat Darurat, unit Rawat Inap, Ruang Operasi (OK), dan *Verlos Kamer* (VK) memiliki aturan atau regulasi yang sama, sedangkan unit Poliklinik memiliki aturan yang sedikit berbeda. Pada unit Poliklinik terdapat *shift* kerja pagi dan sore saja, dan tidak memiliki *shift* malam. Unit Poliklinik ini juga diliburkan pada hari Minggu.

Model penjadwalan dengan *nonpreemptive goal programming* akan diaplikasikan untuk unit poliklinik dan salah satu dari keempat unit lainnya, yaitu unit Rawat Inap. Unit Rawat Inap ini termasuk unit yang sibuk, sehingga membutuhkan perawat yang lebih banyak dibandingkan dengan unit yang lainnya.

4.1 Masalah Penjadwalan Perawat pada Unit Rawat Inap Rumah Sakit Permata Bekasi

Unit Rawat Inap tidak diliburkan pada hari tertentu, sehingga kendala utama ke-10 dihapuskan. Data banyaknya perawat yang dibutuhkan per hari diberikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Kebutuhan terhadap perawat Unit Rawat Inap pada Rumah Sakit Permata Bekasi

Shift	Rentang waktu	Hari						
		Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu
Pagi	07.00 - 14.00	4	5	5	5	5	5	4
Sore	14.00 - 21.00	3	4	4	4	4	4	4
Malam	21.00 - 07.00	3	3	3	3	3	3	3

Data tersebut merupakan data hipotetik yang diperkirakan dari susunan jadwal perawat yang biasa disusun oleh Rumah Sakit ini.

Asumsi Pemodelan pada unit Rawat Inap

1. Diasumsikan hari pertama ($i = 1$) ialah hari Minggu, hari kedua ($i = 2$) ialah hari Senin, dan seterusnya hingga hari ke-30.
2. Jam kerja pada tiap *shift* ialah: *shift* pagi dengan jam kerja 7 jam, *shift* sore dengan jam kerja 7 jam, dan *shift* malam 10 jam.
3. Perawat tiap unit tidak boleh berpindah tugas ke unit lainnya. Tiap unit sudah dialokasikan perawat yang bekerja pada unit masing-masing.

Parameter:

rp_i : kebutuhan jumlah perawat pada *shift* pagi di hari i ; rs_i : kebutuhan jumlah perawat pada *shift* sore di hari i ; rm_i : kebutuhan jumlah perawat pada *shift* malam di hari i ; $n = 30$ hari; $m = 16$ orang perawat, $A^{tot} = 173$ jam dalam satu bulan, nilai bobot tujuan dimisalkan: $v_{1,j} = 1$, $w_{2,j} = 1$, $v_{3,i,j} = 2$, dan $w_{4,i,j} = 2$. Penyelesaian model dengan *software* LINGO 11.0 menghasilkan jadwal untuk 16 perawat seperti pada Tabel 2.

Tabel 2 Solusi dari model penjadwalan unit Rawat Inap Rumah Sakit

Hari ke-	Perawat															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	L	S	L	S	P	M	M	M	P	P	L	S	L	L	P	L
2	P	S	S	P	P	LE	M	M	S	P	S	M	S	P	L	P
3	S	L	P	L	S	L	M	LE	P	S	P	M	P	S	M	P
4	S	M	P	P	S	P	LE	L	L	P	L	M	S	P	M	S
5	P	M	S	P	P	S	L	S	S	M	P	LE	M	P	LE	L
6	P	M	M	P	L	S	S	S	P	LE	P	L	M	S	L	P
7	S	LE	LE	P	P	L	P	L	S	L	S	M	M	P	M	S
...
26	L	S	M	P	P	LE	S	L	S	P	L	S	P	P	M	M
27	S	S	M	S	M	L	P	P	L	S	P	L	P	P	M	LE
28	S	S	LE	S	LE	M	L	M	P	P	M	P	S	P	M	L
29	P	S	L	L	L	M	S	M	P	P	M	S	P	L	LE	M
30	P	S	S	S	M	M	L	M	P	P	M	S	P	P	L	M
Total jam kerja	174	172	171	173	173	170	170	176	173	176	171	171	173	170	170	170

Keterangan: P = pagi S = sore M = malam LE = lepas L = libur

Dari solusi optimal yang diperoleh, semua kendala, baik kendala utama maupun kendala tambahan, dapat dipenuhi. Jika dibandingkan dengan penjadwalan yang dibuat secara manual oleh pihak Rumah Sakit tersebut untuk periode: Minggu 16 Juni 2013 s.d. Senin 15 Juli 2013, hasil dengan model *goal programming* ini jauh lebih baik. Pada penjadwalan yang dibuat secara manual, 5 dari 9 kendala utama tidak dipenuhi dan semua kendala tambahan tidak ada yang dipenuhi.

4.2 Masalah Penjadwalan Perawat pada Unit Poliklinik Rumah Sakit Permata Bekasi

Asumsi masalah penjadwalan pada unit Poliklinik ini adalah sebagai berikut.

1. Hari pertama ($i = 1$) pada unit Poliklinik ini ialah hari Minggu, hari kedua ($i = 2$) ialah hari Senin, dan seterusnya hingga hari ke-30.
2. Perawat pada unit ini juga tidak dapat berpindah tugas ke unit lainnya.

Parameter yang hanya berlaku pada Unit Poliklinik ini ialah: banyaknya perawat $m = 8$ orang perawat dan maksimum jam kerja $A^{tot} = \pm 150$ jam dalam satu bulan. Karena Unit Poliklinik ini diliburkan pada hari Minggu, maka himpunan hari libur $D = \{1, 8, 15, 22, 29\}$ dan total hari libur dalam 1 bulan, $d = 5$ hari. Data kebutuhan perawat unit Poliklinik diberikan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3 Kebutuhan perawat unit Poliklinik pada Rumah Sakit Permata Bekasi

Shift	Rentang waktu	Hari						
		Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu
Pagi	07.00 - 14.00	0	2	3	2	3	3	3
Sore	14.00 - 21.00	0	3	3	4	4	4	3

Shift kerja pada Unit Poliklinik hanya shift pagi (7 jam) dan shift sore dengan jam kerja 7 jam. Karena tidak ada shift malam untuk unit Poliklinik ini, maka kendala pada model utama yang terkait dengan shift malam harus dihilangkan. Jadi hanya terdapat 4 kendala utama dan 2 kendala tambahan, yaitu kendala total jam kerja dan kendala yang terkait dengan bekerja maksimum tidak lebih dari 6 hari berturut-turut. Setelah model diselesaikan dengan LINGO 11.0 diperoleh solusi penjadwalan perawat sebagai berikut.

Tabel 4 Solusi dari model penjadwalan Unit Poliklinik Rumah Sakit Permata Bekasi

Perawat	Hari ke															Total jam kerja
	1	2	3	4	5	6	7	...	24	25	26	27	28	29	30	
1	L	L	S	L	S	S	S		S	S	S	S	P	L	L	147
2	L	S	S	S	S	S	P		L	L	S	P	P	L	L	147
3	L	S	S	S	P	P	S		P	P	L	S	S	L	P	147
4	L	S	P	P	P	S	S		S	P	P	S	S	L	S	147
5	L	P	P	S	S	P	P		S	S	S	L	S	L	P	147
6	L	L	P	P	P	P	P		P	S	P	P	P	L	P	147
7	L	P	L	P	P	S	P		P	S	S	S	S	L	S	147
8	L	P	P	S	S	P	P		L	P	P	P	L	L	S	147

Keterangan: P = pagi S = sore L = libur

Seperti pada Unit Rawat Inap, dari solusi optimal yang diperoleh pada Unit Poliklinik ini, semua kendala, baik kendala utama maupun kendala tambahan, dapat

dipenuhi. Jika dibandingkan dengan penjadwalan yang dibuat secara manual oleh pihak Rumah Sakit tersebut untuk periode: Minggu 16 Juni 2013 s.d. Senin 15 Juli 2013, hasil dengan model *goal programming* ini juga jauh lebih baik. Pada penjadwalan yang dibuat secara manual, 1 dari 4 kendala utama tidak dipenuhi dan 1 dari 2 kendala tambahan tidak dipenuhi.

KESIMPULAN DAN PROSPEK

Masalah penjadwalan perawat di rumah sakit dapat dimodelkan ke dalam bentuk *nonpreemptive goal programming*. Studi kasus yang dilakukan untuk menyelesaikan masalah penjadwalan perawat di Rumah Sakit Permata Bekasi menghasilkan solusi optimal yang dapat mengakomodir semua kendala tambahan.

Secara umum, model penjadwalan perawat pada rumah sakit ini masih dapat dikembangkan karena setiap rumah sakit memiliki aturan, kondisi dan keinginan dari perawat atau aturan tambahan yang berbeda dengan rumah sakit lain. Beberapa aturan tambahan tersebut misalkan pembagian *shift* yang merata tiap perawat, menghindari pola penjadwalan libur – masuk – libur, menghindari pola penjadwalan masuk – libur – masuk, menghindari jadwal *shift* malam yang melebihi 8 hari selama satu bulan, dan lain-lain.

PUSTAKA

- [1] Taha HA. 2003. *Operations Research: An Introduction*. 7th Edition. Arkansas (US): Pearson Education.
- [2] Azaiez MN, Al-Sharif SS. 2005. A 0 – 1 Goal programming model for nurse scheduling. *Computers & Operations Research* 32: 491 – 507. doi: 10.1016/S0305-0548(03)00249-1.