



# Prosiding

## SEMINAR HASIL-HASIL PENELITIAN

## DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT



# 2011

**PROSIDING**  
Seminar Hasil Penelitian &  
Pengabdian Kepada Masyarakat



**LEMBAGA PENELITIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDARLAMPUNG  
OKTOBER 2011**



---

# **PROSIDING** Seminar Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat

---

Oktober © 2011

Penyunting :

Prof. Dr. Ir. Cipta Ginting, M.S.

Prof. Dr. John Hendri, M.S.

Penyunting pelaksana:

Drs. Mardi Syahperi, M.M.

A. Rahman, S.Sos.

Sartini, S.H., M.H.

Djoni, S.E.

Esti Susilawati

Sujoko

M. Rifki

Wawan Yulistyo, S.Kom.

Ina Iryana S.S.

Agus Effendi

Distribusi:

Elizonara

Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan  
Pengabdian Kepada Masyarakat :  
Oktober 2011 / penyunting, Admi Syarif  
... [et al.]. – Bandarlampung : Lembaga  
Penelitian Universitas Lampung, 2011.

**ISBN : 978-979-8510-22-9**

Diterbitkan oleh :

**LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS LAMPUNG**

Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro no. 1 Gedungmeneng Bandarlampung 35145

Telp/Fax. (0721) 705173 ext. 138, 136, e-mail : [lemlit@unila.ac.id](mailto:lemlit@unila.ac.id)

*<http://lemlit.unila.ac.id>*

## KATA PENGANTAR

**P**uji Syukur kepada ALLAH SWT., yang telah melimpahkan Rahmat dan Nikmat-Nya kepada civitas akademika Universitas Lampung yang dapat mengenang hari jadinya yang ke-46 tahun di Tahun 2011. dalam rangka mewujudkan Tri Dharma Perguruan Tinggi, Universitas Lampung menyelenggarakan Seminar Hasil-hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat yang telah dilaksanakan oleh para dosen, baik yang dilakukan dengan dana mandiri, maupun mereka mendapatkan bantuan hibah dari berbagai *block grant*

Hasil-hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat yang diseminarkan pada tanggal 21 September 2011 berjumlah 66 makalah. Hasil penelitian dan pengabdian kepada masyarakat ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni (IPTEKS) serta mendukung pembangunan nasional.

Terimakasih kami sampaikan kepada panitia seminar yang telah bekerja keras untuk mengumpulkan makalah dari para dosen di lingkungan Universitas Lampung dan peran serta aktif dosen dalam seminar. Demikian juga kami sampaikan ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada dewan penyunting dan penyunting pelaksana yang dengan sepenuh hati mewujudkan terbitnya prosiding ini, serta kepada pihak-pihak yang telah memberikan kritik dan saran yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Bandarlampung, Oktober 2011

**Ketua Lembaga Penelitian  
Universitas Lampung,**



**Dr. Eng. Admi Syarif**  
NIP 1967010311992031003

# DAFTAR ISI

## Kelompok I

---

KEANEKARAGAMAN JENIS DAN KARAKTERISTIK IKAN-IKAN DI PERAIRAN WAY TULANG BAWANG, KABUPATEN TULANG BAWANG Indra Gumay Yudha.....	I-01
ANALISIS KINERJA PASAR BENIH JAGUNG HIBRIDA DI KABUPATEN LAMPUNG TIMUR PROVINSI LAMPUNG Suriaty Situmorang .....	I-12
KARAKTERISTIK PASIEN ULKUS GASTRODUODENAL DI LAMPUNG Muhartono .....	I-22
KAJIAN BEBERAPA KARAKTERISTIK BIOLOGI PENGGERAK BATANG TEBU BERKILAT <i>CHILO AURICILIUS</i> DAN PARASITOIDNYA ( <i>TRICHOGRAMMA CHILONIS</i> ) Hamim Sudarsono.....	I-33
Integrasi Teori Perilaku Terencana ( <i>Theory Of Planned Behavior</i> ) dan Model Penerimaan Teknologi ( <i>Technology Acceptance Model</i> ) dalam Memprediksi Niat Petani Untuk Mengadopsi Teknologi Baru Budidaya Padi Muhammad Ibnu.....	I-40
UJI DIAGNOSTIK PEMERIKSAAN BIOPSI ASPIRASI JARUM HALUS (BAJAH) KARSINOMA TIROID Rizki Hanriko, Muhartono .....	I-55
KARAKTERISASI HAMA PEMAKAN DAUN MAHKOTA DEWA ( <i>PHALERIA MACROCARPA</i> [SCHEFF.] BOERL. ) Agus M. Hariri dan Indriyati.....	I-64
PENGARUH BERBAGAI KONSENTRASI NITROGEN DAN SUKROSA PADA KULTUR <i>IN</i> <i>VITRO</i> SINGKONG ( <i>MANIHOT ESCULENTA</i> CRANTZ.) Ardian dan E. Yuliadi .....	I-71
A COMPARATIVE LABORATORY EXPERIMENT OF COMBINED EFFECT OF EXTRACT ORANGE ( <i>Citrus nobilis</i> Lour) AND CARROT ( <i>Daucus carota</i> ) TO THE WISTAR RATS ( <i>Rattus norvegicus</i> L) PLASMA MELONDIALDEHID LEVEL BETWEEN 3, 5, AND 7 DAYS Khairun Nisa Berawi dan M. Masykur .....	I-77



KARAKTERISTIK RUSIP AKIBAT SUHU DAN LAMA PEMANASAN GULA AREN YANG BERBEDA (CHARACTERISTICS OF RUSIP DUE TO HEATING TEMPERATURE AND LONG OF DIFFERENT PALM SUGAR)	
Dyah Koesoemawardani, Susilawati, dan Novi Irawan.....	I-94
NILAI KESETARAAN ANTARA INTENSITAS PENGUSANGAN CEPAT (IPC) DAN PERIODE SIMPAN ALAMIAH (PSA) PADA BENIH KACANG TANAH ( <i>Arachis hypogaea</i> L.)	
Eko Pramono .....	I-107
EFEK ANTIFUNGI DAUN SIRIH HIJAU ( <i>Piper Bettle</i> L) DAN DAUN SIRIH MERAH ( <i>Piper Crocatum</i> ) TERHADAP PERTUMBUHAN CANDIDA ALBICAN SECARA INVITRO	
Ety Apriliana.....	I-116
PEMBERDAYAAN ANGGOTA KELOMPOK AGROINDUSTRI KERIPIK DALAM PROGRAM KEMITRAAN BINA LINGKUNGAN (PKBL) PTPN VII DI KELURAHAN SEGALAMIDER KECAMATAN TANJUNGPONDOK BARAT KOTA BANDAR LAMPUNG	
Sumaryo Gs .....	I-122
MODEL TEKNOLOGI KONSERVASI TANAH MENGGUNAKAN LUBANG ANGIN PADA PENGELOLAAN SISTEM AGROFORESTRI	
Rudi Hilmanto .....	I-131
PENGARUH KOSENTRASI Natrium hidroksida dan ENZIM SELULASE DALAM MENGHIDROLISIS TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT MENJADI GULA REDUKSI SEBAGAI BAHAN BAKU PRODUKSI BIOETANOL	
Sutikno.....	I-137
KAJIAN FORMULASI PEMBUATAN MIE BASAH TINTA CUMI	
Susilawati, Azhari Rangga, dan Dyah Koesoemawardhani. ....	I-146
PREVALENSI PENGGUNAAN PEWARNA BERBAHAYA RHODAMIN B PADA JAJANAN ANAK SEKOLAH DASAR DAN HUBUNGANNYA DENGAN TINGKAT PENGETAHUAN DAN SIKAP PEDAGANG JAJANAN DI BANDAR LAMPUNG TAHUN 2011	
Reni Zuraida, Evi Kurniawaty, Shahab Sibuea, dan Lestari Puji Ayu .....	I-157
PENERAPAN KONSERVASI DAN PENGARUHNYA TERHADAP PRODUKTIVITAS USAHA TANI KOPI DI KABUPATEN LAMPUNG BARAT	
Fembriarti Erry Prasmatiwi .....	I-167
PENAMPILAN AGRONOMI BEBERAPA GENOTIPE SORGUM ( <i>SORGHUM BICOLOR</i> L.) PADA TINGKAT PEMUPUKAN NITROGEN BERBEDA	
Herawati Hamim dan Sunyoto .....	I-176
LOW LEVEL OF ISONIAZID CONCENTRATIONS IN ADULT TUBERCULOSIS PATIENTS WITH FAILURE CONVERSION AFTER INTENSIVE PHASE TREATMENT	
Dwi Indria Anggraini .....	I-182

SIFAT FISIKOKIMIA TEPUNG JAGUNG NIKSTAMAL (PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF NIXTAMALIZED CORN FLOUR) Siti Nurdjanah, Susilawati dan Sefanadia Putri .....	I-189
UJI PATOGENISITAS TIGA ISOLAT <i>BOTRYODIPLODIA THEOBROMAE</i> PADA BATANG JERUK Tri Maryono .....	I-201
PENGARUH PEMBERIAN EKSTRAK BUAH MAHKOTA DEWA ( <i>Phaleria macrocarpa</i> (Scheff.) Boerl.) TERHADAP GAMBARAN HISTOPATOLOGI LAMBUNG MENCIT ( <i>Mus musculus</i> L.) JANTAN GALUR BALB/C Susianti, Rodiani, dan Khoirunnisa .....	I-208
KONTAMINASI TELUR SOIL TRANSMITTED HELMINTHS PADA SAYURAN KUBIS DAN SELADA DI PASAR MODERN KOTA BANDAR LAMPUNG Betta Kurniawan .....	I-218
INDUKSI EMBRIO SOMATIK SECARA <i>IN VITRO</i> DENGAN BEBERAPA KONSENTRASI AGAR ( <i>BAHAN PEMADAT</i> ) PADA DUA KULTIVAR KACANG TANAH Akari Edy .....	I-224
STUDY ON THE STIMULATION OF SEED CORN GERMINATION AFTER AGING TREATMENTS BY GIBBERELLIN APPLICATION Muhammad Kamal .....	I-231
PARTISIPASI ANGGOTA DALAM KEGIATAN KEMITRAAN PENGGEMUKKAN SAPI POTONG ANTARA PT. GREAT GIANT LIVESTOCK COMPANY (GGLC) DAN PETERNAK SAPI PADA KELOMPOK TANI DI KECAMATAN PUNGGUR KABUPATEN LAMPUNG TENGAH Helvi Yanfika, Indah Listiana .....	I-239
PERANAN KETUA KELOMPOK DALAM KEGIATAN PENGGEMUKKAN SAPI POTONG PADA KELOMPOK TANI BINAAN GGLC DI KABUPATEN LAMPUNG TENGAH Indah Listiana .....	I-252
ANALISIS KORELASI PERILAKU PERSONAL HYGIENE TERHADAP INFEKSI KECACINGAN (Studi Case Control) Fitria Saftarina dan Nurul Amaliyah .....	I-259
HUBUNGAN ANTARA DUKUNGAN KELUARGA DAN KETERATURAN MINUM OBAT ANTI TUBERKULOSIS PADA PASIEN TUBERKULOSIS PARU Nurul Islamy .....	I-265
PENGUNAAN TEORI INTERAKSIONISME SIMBOLIK PADA SKRIP PACARAN MAHASISWA DI KOTA BANDAR LAMPUNG Roro Rukmi W P dan Suwaib Amiruddin .....	I-272
PENGARUH KETERATURAN BEROLAH RAGA FUTSAL TERHADAP DAYA TAHAN JANTUNG PARU ( $vo_2$ MAKS) TA Larasati, Khairunnisa, dan Shinta Gasenova .....	I-280



## Kelompok II

---

PEMETAAN KEPENTINGAN DAN POLITIK KEKUASAAN DALAM KEBIJAKAN PEMBANGUNAN KOTA BARU LAMPUNG Maulana Mukhlis .....	II-292
HUBUNGAN BIROKRASI DAN PASAR DALAM PELAYANAN PUBLIK DI INDONESIA PASCA ORDE BARU Syafarudin.....	II-308
EVALUASI KINETIKA DAN ISOTERM ADSORPSI ION PB(II), CD(II), DAN CU(II) PADA <i>S.DUPLICATUM</i> YANG DIIMOBILISASI POLIETILENAMINA-GLUTARALDEHID. Buhani .....	II-317
ANALISIS SENSITIVITAS METODE LOMB DAN FFT DENGAN MENGGUNAKAN DATA SINTETIK Ahmad Zakaria .....	II-324
PENGARUH DIAMATER DAN MASSA ZEOLIT GRANULAR TERAKTIVASI FISIK TERHADAP PRESTASI MOBIL EFI Herry Wardono.....	II-336
IDENTIFIKASI DAN PEMETAAN GOLPUT PILWAKOT BANDAR LAMPUNG 2010 Robi Cahyadi Kurniawan .....	II-342
RITUAL-RITUAL DALAM TRADISI <i>NGUMO</i> :STUDI TENTANG KEARIFAN LOKAL PADA MASYARAKAT ADAT LAMPUNG PEPADUN UNTUK MEMELIHARA LINGKUNGAN ALAM Bartoven Vivit Nurdin .....	II-350
STUDI PENDAHULUAN METODA GAYA BERAT DI LAMPUNG BAGIAN TIMUR DAN IMPLIKASINYA TERHADAP POTENSI MIGAS DI PROVINSI LAMPUNG Ahmad Zaenudin.....	II-359
STUDI KELAYAKAN TEMPAT PENGELOLAAN AKHIR (TPA) SAMPAH REGIONAL KOTA Harmen, Arinal Hamni.....	II-367
KEDAULATAN POLITIK NEGARA BANGSA (Kasus Ambalat dan Refleksi Sipadan dan Ligitan) Arizka Warganegara.....	II-377
TEKNIK <i>CONTENT BASED IMAGE RETRIEVAL</i> UNTUK DETEKSI WAJAH DENGAN EKSPRESI BOHONG DALAM COMPRESSED DOMAIN Suhendro Yusuf I dan Dodi Setiawan .....	II-382
RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM PEMILAHAN PRODUK KEMASAN KOTAK TIGA DIMENSI BERBASIS MIKROKONTROLER ATMega8 Emir Nasrullah, Agus Trisanto, dan Ali Ma'ruf.....	II-391

KARAKTERISASI PEROMBAKAN SUBSTRAT MULTI KARBON MENGGUNAKAN 2 REAKTOR SERI <i>UPFLOW ANAEROBIC SLUDGE BLANKET</i> (UASB) UNTUK PRODUKSI GAS METAN	
Panca Nugrahini F .....	II-402
STUDI ANALISIS ISI BERITA DAN OPINI SURAT KABAR LAMPUNG POST TENTANG KASUS PERDAGANGAN PEREMPUAN DAN ANAK KURUN WAKTU TAHUN 2010	
Dwi Wahyu Handayani .....	II-411
ANALISIS PEMBANGUNAN MANUSIA DAN GENDER DI KABUPATEN LAMPUNG SELATAN	
Endry Fatimaningsih dan Ari Darmastuti.....	II-419
ANALISIS SISTEM PEMILIHAN DPD RI TAHUN 2009 DAN ALTERNATIF DESAIN SISTEM PEMILIHAN DPD RI 2014	
Syafarudin .....	II-430
VARIASI SUHU SINTERING PADA SUHU KALSINASI 800 <sup>o</sup> C DALAM SINTESIS SUPERKONDUKTOR BI-2223 TANPA DOPING PB	
Suprihatin .....	II-441
KAJIAN AKTIVITAS PENUKAR KATION DOWEX M-31 SEBAGAI KATALISATOR ESTERIFIKASI <i>PALM FATTY ACID DISTILATE</i> (PFAD) MENJADI BIODIESEL	
Heri Rustamaji dan Sufriadi Burhanuddin .....	II-446
ETNIS TIONGHOA DALAM PILKADA	
Robi Cahyadi Kurniawan.....	II-452
PEMBANGKITAN SINYAL ULTRASONIK FREKUENSI TINGGI DAN TEGANGAN TINGGI UNTUK KARAKTERISTISASI BAHAN PADATAN DAN CAIRAN MENGGUNAKAN METODE OSILASI RESONANSI SECARA LANGSUNG PADA TRANSDUSER PIEZOELEKTRIK	
Gurum Ahmad Fauzi.....	II-460
PENENTUAN LAPISAN PROSPEK BATUBARA BERDASARKAN DATA LOGGING DAN DESKRIPSI GEOLOGI DI DAERAH "X" KALIMANTAN TENGAH	
Bagus S. Mulyatno, Suharno, Ujang Suardi, Mohammad Yuzariyadi.....	II-469
PENGARUH SUHU PADA KONVERSI ZEOLIT ALAM LAMPUNG MENJADI KATALIS ZSM-5	
Simparkin br Ginting dan Merry Yanti .....	II-475
EVALUASI MODEL KEBIJAKAN PELIBATAN MASYARAKAT PADA PELAKSANAAN PROGRAM PNPM MANDIRI DALAM UPAYA MEMBANGUN KEBERLANJUTAN PROGRAM PENGENTASAN KEMISKINAN (STUDI DI KECAMATAN KEDONDONG, PESAWARAN)	
Maulana Mukhlis.....	II-481
PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI PINTU CERDAS BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER	
Agus Trisanto dan Dedi Rustiawan .....	II-493

<b>DELINEASI GEOLOGI DAN STRUKTUR DI BANDAR LAMPUNG HASIL PENCITRAAN MEDAN GRAVITASI</b>	
Rustadi.....	II-504
 <i>ANALISIS KARAKTERISTIK CURAH HUJAN KOTA BANDAR LAMPUNG</i>	
Dyah Indriana Kusumastuti .....	II-510
 <b>PENATAAN PEMILUKADA DALAM PERSEPSI ELIT POLITIK KOTA BANDAR LAMPUNG</b>	
Arizka Warganegara.....	II-519
 <b>ANALISA LAJU KEAUSAN LAPISAN <i>CHROME</i> PADA BAJA KARBON RENDAH</b>	
Zulhanif.....	II-531
 <b>LACTIC ACID FERMENTATION BY <i>STREPTOCOCCUS BOVIS</i> USING MEMBRANE BIOREACTOR</b>	
Suripto Dwi Yuwono .....	II-540
 <b>INDEPEDENSI PEMBERIAN SUARA OLEH MAHASISWI PEMILIH PEMULA</b>	
Ari Darmastuti.....	II-545

## ANALISIS SENSITIVITAS METODE LOMB DAN FFT DENGAN MENGGUNAKAN DATA SINTETIK

Ahmad Zakaria

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung  
Bandar Lampung, Propinsi Lampung 35145, Indonesia,  
ahmadzakaria@unila.ac.id

---

### ABSTRAK

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengukur sensitivitas dari metode Lomb dan metode FFT dalam menghitung frekuensi dari data seri waktu sintetis. Sensitivitas dari metode ini dapat ditentukan dengan melakukan perhitungan dan perbandingan frekuensi kekuatan signal maksimum dari data seri sintetis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Lomb lebih sensitif dan dapat menghitung dan memperkirakan frekuensi lebih akurat jika dibandingkan dengan metode FFT.

**Kata Kunci:** metode Lomb; metode FFT; sensitivitas.

---

### PENDAHULUAN

Data dalam bentuk seri waktu (*time series*) biasanya banyak dijumpai diberbagai disiplin ilmu. Data seri waktu ini dapat berupa data signal, data curah hujan, vibrasi, perubahan intensitas cahaya, salinitas dan lain sebagainya. Data seri waktu ini biasanya disebut juga dengan data dalam domain waktu (*time domain*). Dari data ini, peneliti biasanya berusaha untuk mendapatkan informasi lebih, antara lain seperti keberulangan atau keperiodikan suatu kejadian. Keberulangan ini dapat dilihat dari frekuensinya. Biasanya data dipresentasikan dalam domain frekuensi (*frequency domain*).

Bidang anstronomi dan bidang medis merupakan dua bidang ilmu, yang penelitiannya banyak menggunakan data seri waktu. Contohnya, perubahan intensitas cahaya bintang dilangit, perubahan detak jantung pasien dan lain sebagainya. Oleh karena itu, perkembangan metode analisis data seri waktu untuk melihat frekuensi suatu kejadian dari dua bidang ilmu ini lebih cepat berkembang.

Metode Transformasi Fourier merupakan metode yang pertama kali dikembangkan oleh peneliti untuk mendapatkan frekuensi dari data seri waktu. Akan tetapi, transformasi dengan menggunakan metode Fourier ini memerlukan perhitungan yang sangat lama. Setelah ini, berkembang suatu metode untuk transformasi data seri waktu yang dapat dilakukan dalam waktu yang sangat cepat. Metode ini dinamakan dengan nama Fast Fourier Transform yang disingkat dengan nama FFT. Metode ini diperkenalkan pertama kali oleh Cooley dan Tukey (1965). Dengan metode ini, banyak aplikasi yang sudah dikembangkan oleh peneliti. Akan tetapi, metode ini hanya terbatas pada kecepatan pengambilan sampel data (*sampling rate*) yang sama. Sehingga, untuk bidang astronomi, metode FFT ini tidak dapat dipergunakan secara optimal karena data seri waktu di bidang ini biasanya *sampling rate*-nya tidak seragam. Misalnya, data intensitas cahaya bintang tidak dapat diambil setiap waktu, karena terkadang terganggu oleh awan, adanya malam dan masih banyak faktor lainnya.

Permasalahan kembali muncul karena tidak semua data seri waktu dapat ditransformasi menjadi frekuensi dengan baik. Maka para peneliti mulai mencari metode lain yang bisa digunakan untuk menghitung atau mentransformasi frekuensi dari data seri waktu, yang kecepatan pengambilan datanya tidak harus seragam. Pada tahun 1976, Lomb mengembangkan suatu metode untuk menghitung frekuensi dari data seri waktu yang kecepatan pengambilan sampelnya tidak harus seragam, metode tersebut dikenal dengan nama metode Lomb. Metode Lomb ini dikembangkan dengan menggunakan metode kuadrat terkecil dari persamaan Fourier. Setelah itu, metode Lomb ini terus dikembangkan peneliti. Selain metode ini, juga dikembangkan metode analisis frekuensi serupa dengan metode Lomb dan FFT yang merupakan solusi untuk masalah non linier, yang mana ini dikenal dengan nama Metode Entropy Maksimum.

Sampai sekarang ini, penggunaan metode transformasi untuk pengolahan data seri waktu ini semakin meningkat. Akan tetapi petunjuk dan acuan sehubungan dengan pemilihan metode yang lebih baik belum lengkap, sehingga masih menjadi pertanyaan bila kita ingin menentukan apakah metode FFT lebih efisien, akurat dan ekonomis bila dibandingkan dengan metode Lomb? Sebelum memilih metode, kita perlu memastikan, metode mana yang lebih tepat untuk mengolah data seri waktu yang kita miliki, sehingga akurasi yang cukup bisa kita dapatkan tanpa harus menghabiskan banyak waktu dalam melakukan analisis dengan menggunakan semua metode yang ada.

Berdasarkan alasan di atas, maka perlu diuji sensitivitas masing-masing metode tersebut dalam menghitung frekuensi dari data seri waktu. Metode yang akan diuji ini dibatasi hanya untuk metode FFT dan metode Lomb. Disini, sensitivitas yang diuji menggunakan data seri waktu sintetik yang menggunakan kombinasi 1 (satu) dan 2 (dua) frekuensi.

## METODE PENELITIAN

Metode yang dipakai untuk mengukur sensitivitas antara periodogram metode Lomb dan periodogram metode FFT adalah dengan menggunakan data seri waktu yang sama. Data seri waktu yang dipergunakan untuk menguji sensitivitas ini dibatasi hanya menggunakan 1 (satu) frekuensi dan 2 (dua) frekuensi. Untuk yang menggunakan 1 (satu) frekuensi, dibuat satu data seri waktu dan untuk yang menggunakan 2 (dua) frekuensi, dibuat data seri waktu sintetik dengan 2 frekuensi yang berbeda. Dari 3 data seri waktu sintetik yang dihasilkan, sensitivitas periodogramnya diuji, baik dengan menggunakan metode Lomb maupun dengan menggunakan metode FFT. Untuk periodogram metode FFT, dipergunakan 2 acuan perhitungan. Pertama, periodogram yang dihasilkan dengan menggunakan toolbox FFT yang dikembangkan Matlab, dan yang kedua periodogram yang dihasilkan menggunakan algoritma FFT yang dikembangkan oleh Cooley dan Tukey (1965). Jadi setiap satu seri data sintetik diuji sensitivitasnya dengan menggunakan 3 metode, yaitu satu metode Lomb dan dua metode FFT.

### Data Seri Waktu Sintetik

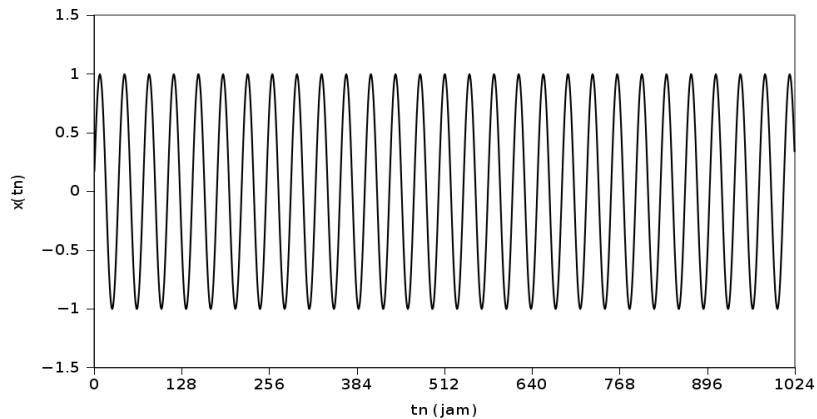
Untuk menguji sensitivitas masing-masing metode, data seri waktu sintetik yang dipergunakan berdasarkan 3 persamaan sintetik sebagai berikut,

#### 1. Data seri waktu sintetik yang menggunakan 1 (satu) frekuensi.

Untuk data seri waktu sintetik dengan 1 (satu) frekuensi ( $\omega = 10^\circ/\text{jam}$ ), persamaannya dapat dipresentasikan sebagai berikut,

$$x(t_n) = \sin\left(\frac{\pi t_n \omega}{180^\circ}\right) = \sin\left(\frac{\pi t_n \cdot 10^\circ}{180^\circ}\right) \quad (1)$$

Dimana, panjang data  $N = 1024$  jam dan  $t_n$  adalah waktu ke  $n$  yang besarnya  $t_n = 0, 1, 2, 3, \dots, N - 1$ . Berdasarkan  $t_n$ , nilai fungsi  $x(t_n)$  dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (1) di atas. Hasil perhitungannya adalah berupa berkas data seri waktu 1 (satu) frekuensi. Dengan menggunakan berkas data seri waktu 1 (satu) frekuensi dapat dihasilkan gambar data seri waktu sintetik 1 (satu) frekuensi seperti yang dipresentasikan pada Gambar 1.



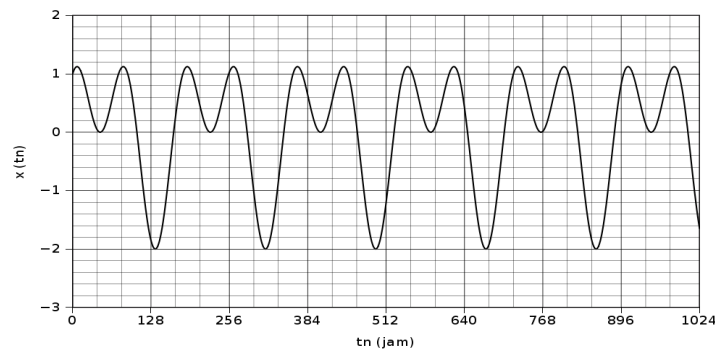
Gambar. 1. Signal sintetik yang menggunakan 1 (satu) frekuensi ( $\omega = 10^\circ/\text{jam}$ ).

## 2. Data seri sintetik waktu yang menggunakan 2 (dua) frekuensi.

Untuk kombinasi frekuensi  $\omega_1 = 2^\circ/\text{jam}$  dan  $\omega_2 = 4^\circ/\text{jam}$ , persamaan yang dipergunakan adalah sebagai berikut,

$$x(t_n) = \sin\left(\frac{\pi t_n \omega_1}{180^\circ}\right) + \cos\left(\frac{\pi t_n \omega_2}{180^\circ}\right) = \sin\left(\frac{\pi t_n \cdot 2^\circ}{180^\circ}\right) + \cos\left(\frac{\pi t_n \cdot 4^\circ}{180^\circ}\right) \quad (2)$$

Berdasarkan Persamaan (2) dihasilkan berkas data seri waktu sintetik 2 (dua) frekuensi untuk  $\omega_1 = 2^\circ/\text{jam}$  dan  $\omega_2 = 4^\circ/\text{jam}$ . Berdasarkan berkas data ini, dapat digambar signal sintetik seperti dipresentasikan pada Gambar 2.

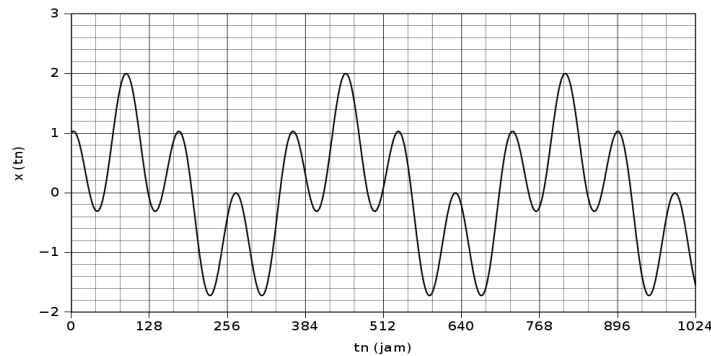


Gambar. 2. Signal sintetik menggunakan 2 (dua) frekuensi ( $\omega_1 = 2^\circ/\text{jam}$  dan  $\omega_2 = 4^\circ/\text{jam}$ ).

Untuk kombinasi frekuensi  $\omega_1 = 1^\circ/\text{jam}$  dan  $\omega_2 = 4^\circ/\text{jam}$ , persamaan yang dipergunakan adalah sebagai berikut,

$$x(t_n) = \sin\left(\frac{\pi \cdot t_n \cdot \omega_1}{180^\circ}\right) + \cos\left(\frac{\pi \cdot t_n \cdot \omega_2}{180^\circ}\right) = \sin\left(\frac{\pi \cdot t_n \cdot 1^\circ}{180^\circ}\right) + \cos\left(\frac{\pi \cdot t_n \cdot 4^\circ}{180^\circ}\right) \quad (3)$$

Berdasarkan Persamaan (3) dihasilkan berkas data seri sintetik 2 (dua) frekuensi untuk  $\omega_1 = 1^\circ/\text{jam}$  dan  $\omega_2 = 4^\circ/\text{jam}$ . Berdasarkan berkas data ini, dapat digambar signal sintetik seperti dipresentasikan pada Gambar 3.



Gambar. 3. Signal sintetik menggunakan 2 (dua) frekuensi ( $\omega_1 = 1^\circ/\text{jam}$  dan  $\omega_2 = 4^\circ/\text{jam}$ ).

### Metode Transformasi Fourier

Untuk mendapatkan frekuensi dari data seri waktu dapat juga dipergunakan metode Transformasi Fourier yang dipresentasikan oleh Bland et al. (1996) sebagaimana persamaan berikut,

$$P_x(n) = \frac{2}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x(t_n) e^{-2i \cdot \pi \cdot f \cdot t_n} \quad (4)$$

Persamaan (4) merupakan persamaan yang dapat mentransformasikan data seri waktu menjadi seri frekuensi. Algoritma dari persamaan ini pertama kali dikembangkan oleh Cooley dan Tukey (1965). Setelah itu baru dikembangkan algoritma - algoritma FFT lainnya termasuk yang dikembangkan oleh Matlab.

### Metode Lomb

Berdasarkan hasil penelitian yang dipresentasikan oleh Lomb (1976), Scargle (1982), Laguna et al. (1998), dan Thong et al. (2004), untuk menghitung frekuensi dari data seri waktu dapat dipergunakan metode Lomb. Persamaan dari metode Lomb dapat dipresentasikan sebagai berikut,



$$P_x(f) = \frac{2}{N} \left\{ \frac{\left[ \sum_{n=1}^N (x_n - \bar{x}) \cos(2\pi \cdot f \cdot (t_n - \tau)) \right]^2}{\sum_{n=1}^N \cos^2(2\pi \cdot f \cdot (t_n - \tau))} + \frac{\left[ \sum_{n=1}^N (x_n - \bar{x}) \sin(2\pi \cdot f \cdot (t_n - \tau)) \right]^2}{\sum_{n=1}^N \sin^2(2\pi \cdot f \cdot (t_n - \tau))} \right\} \quad (5)$$

Dimana  $x_n = x(t_n)$  = data seri sintetik ke n,  $\bar{x}$  = nilai rerata dari data seri sintetik dengan panjang N. f adalah variabel frekuensi dan  $P_x$  merupakan kekuatan frekuensi signal yang dihitung. Untuk menghitung  $P_x$  diperlukan nilai  $\tau$  yang didapat dari persamaan sebagai berikut,

$$\tan(4\pi \cdot f \cdot \tau) = \frac{\sum_{n=1}^N \sin(4\pi \cdot f \cdot t_n)}{\sum_{n=1}^N \cos(4\pi \cdot f \cdot t_n)} \quad (6)$$

Persamaan (5) memerlukan Persamaan (6) dalam perhitungannya. Berdasarkan data seri waktu sintetik dan dengan menggunakan metode Lomb dan metode FFT dilakukan uji sensitivitas masing-masing metode.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

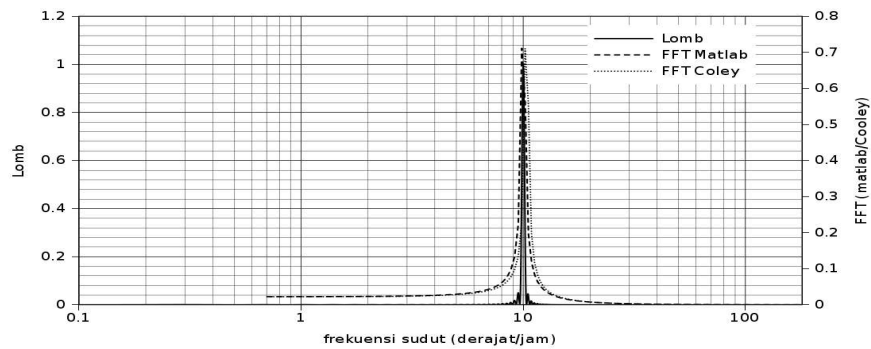
Dengan menggunakan 1 berkas data seri waktu sintetik yang menggunakan 1 (satu) jenis frekuensi, dan 2 berkas data seri waktu sintetik yang menggunakan 2 (dua) jenis frekuensi, maka dapat dibandingkan sensitivitas dalam menghitung frekuensi masing-masing data. Metode yang dipergunakan untuk menghitung sensitivitas adalah 1 metode Lomb dan 2 metode FFT.

### Hasil Penelitian

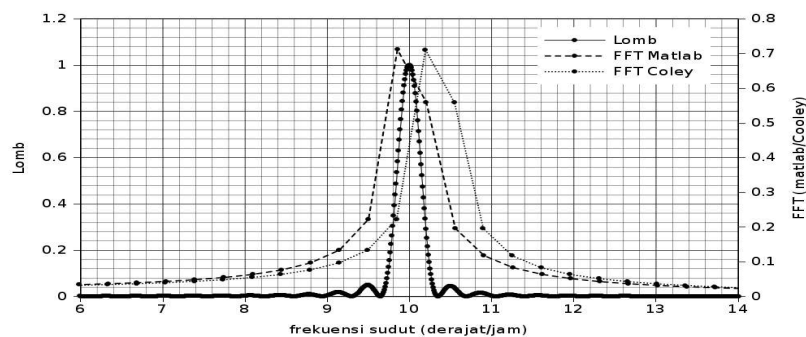
Berdasarkan 3 berkas data seri waktu sintetik dan 3 metode diatas maka didapat hasil penelitian berupa periodogram yang dipresentasikan dalam frekuensi sudut dengan satuan  $^{\circ}$  /jam dan periode dengan satuan jam. Hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 4, Gambar 5, Gambar 6, Gambar 7, Gambar 8 dan Gambar 9, mempresentasikan perbandingan sensitivitas dalam frekuensi sudut. Gambar 10, Gambar 11, Gambar 12, Gambar 13, Gambar 14, dan Gambar 15, mempresentasikan perbandingan sensitivitas dalam periode.

### Pembahasan

Untuk perbandingan sensitivitas yang ditunjukkan pada Gambar 4 dari kekuatan signal  $P_x$  maksimum ketiga metode terlihat bahwa perkiraan frekuensi sesuai dengan frekuensi yang dipergunakan untuk menghasilkan data sintetiknya, yaitu sebesar  $10^{\circ}$  /jam. Berdasarkan hasil ini dapat dikatakan bahwa ketiga metode yang dipergunakan, metode Lomb, FFT Matlab, dan FFT Cooley memberikan hasil yang sama.

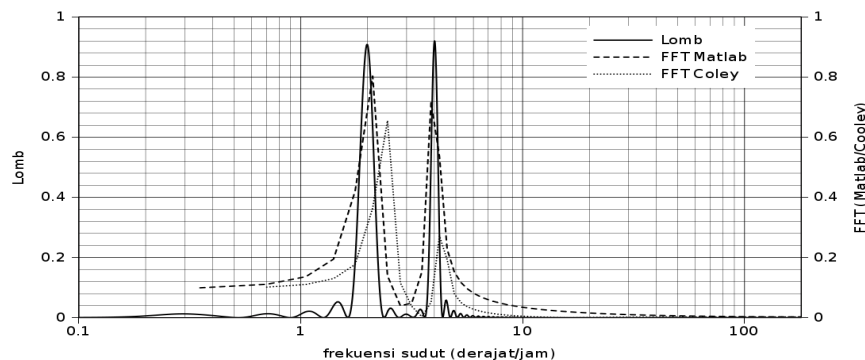


Gambar. 4. Perbandingan sensitivitas  $P_x$  untuk 1 (satu) frekuensi ( $10^\circ$  /jam) dalam frekuensi sudut (log).

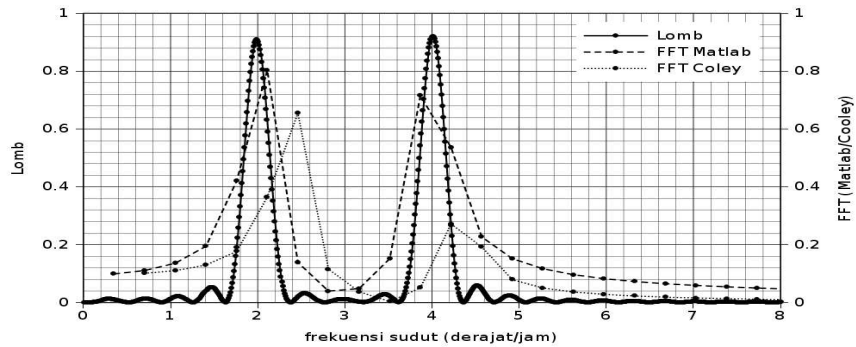


Gambar. 5. Perbandingan sensitivitas  $P_x$  untuk 1 (satu) frekuensi ( $10^\circ$  /jam) dalam frekuensi sudut.

Bila dilihat dari Gambar 5, dimana hanya metode Lomb saja yang memberikan kekuatan signal  $P_x$  maksimum pada perkiraan frekuensi yang sesuai, yaitu sebesar  $10^\circ$ /jam. Untuk metode FFT Matlab memberikan kekuatan signal maksimum pada perkiraan frekuensi yang lebih kecil dari  $10^\circ$ /jam, yaitu sebesar  $9,853^\circ$ /jam dan metode FFT Cooley memberikan kekuatan signal maksimum pada perkiraan frekuensi yang lebih besar dari  $10^\circ$ /jam, yaitu sebesar  $10,195^\circ$ /jam. Untuk uji perbandingan sensitivitas yang menggunakan dua kombinasi frekuensi  $\omega_1 = 2^\circ$ /jam dan  $\omega_2 = 4^\circ$ /jam seperti yang dipresentasikan pada Gambar 6 dalam skala log dan Gambar 7, terlihat bahwa metode Lomb masih memberikan kekuatan signal maksimum pada perkiraan frekuensi yang sesuai yaitu  $2^\circ$ /jam dan  $4^\circ$ /jam. Akan tetapi untuk metode FFT Matlab, kekuatan signal maksimum terjadi pada frekuensi  $2,109^\circ$ /jam yang lebih besar dari  $2^\circ$ /jam dan  $3,867^\circ$ /jam yang lebih kecil dari  $4^\circ$ /jam. Untuk metode FFT Cooley.

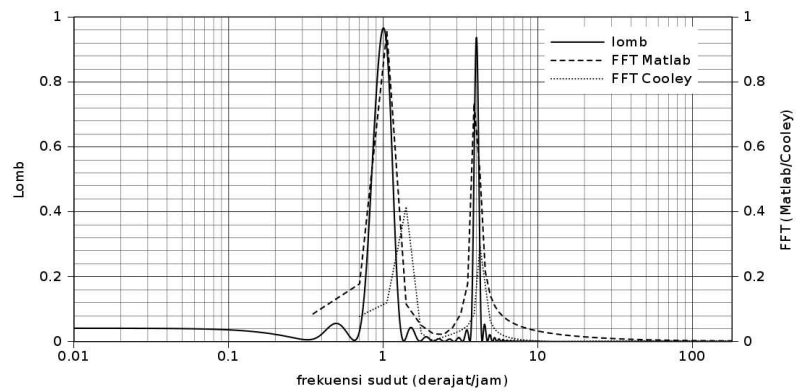


Gambar. 6. Perbandingan sensitivitas  $P_x$  untuk 2 frekuensi ( $2^\circ$ /jam dan  $4^\circ$ /jam) dalam frekuensi sudut (log).

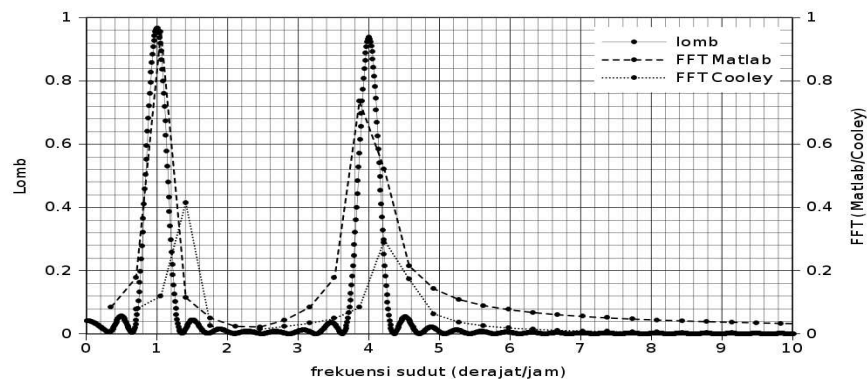


Gambar. 7. Perbandingan sensitivitas  $P_x$  untuk 2 frekuensi ( $2^\circ/\text{jam}$  dan  $4^\circ/\text{jam}$ ) dalam frekuensi sudut.

Kekuatan signal maksimum terjadi pada frekuensi  $2,461^\circ/\text{jam}$  dan  $4,219^\circ/\text{jam}$ , yang mana kedua frekuensi memberikan perkiraan yang lebih besar dari  $2^\circ/\text{jam}$  dan  $4^\circ/\text{jam}$ . Untuk uji perbandingan sensitivitas yang menggunakan dua kombinasi frekuensi yaitu  $\omega_1 = 1^\circ/\text{jam}$  dan  $\omega_2 = 4^\circ/\text{jam}$  seperti yang dipresentasikan pada Gambar 8 dalam skala log dan Gambar 9,



Gambar. 8. Perbandingan sensitivitas  $P_x$  untuk 2 frekuensi ( $1^\circ/\text{jam}$  dan  $4^\circ/\text{jam}$ ) dalam frekuensi sudut (slog).



Gambar. 9. Perbandingan sensitivitas  $P_x$  untuk 2 frekuensi ( $1^\circ/\text{jam}$  dan  $4^\circ/\text{jam}$ ) dalam frekuensi sudut.

terlihat bahwa metode Lomb tetap memberikan kekuatan signal ( $P_x$ ) maksimum pada perkiraan frekuensi yang sesuai yaitu sebesar  $1^\circ/\text{jam}$  dan  $4^\circ/\text{jam}$ . Akan tetapi untuk metode FFT Matlab,  $P_x$

maksimum terjadi pada frekuensi  $1,05^\circ/\text{jam}$ , yang lebih besar dari  $1^\circ/\text{jam}$  dan frekuensi  $3,87^\circ/\text{jam}$ , lebih kecil dari  $4^\circ/\text{jam}$ . Untuk metode FFT Cooley,  $P_x$  maksimum terjadi pada frekuensi  $1,41^\circ/\text{jam}$  yang jauh lebih besar dari  $1^\circ/\text{jam}$  dan frekuensi  $4,22^\circ/\text{jam}$  yang juga lebih besar dari  $4^\circ/\text{jam}$ . Berdasarkan hasil yang didapat dari Gambar 4 s/d Gambar 9, dapat disusun Tabel 1 sebagai berikut,

Tabel 1. Perbandingan frekuensi sudut ( $\omega$ ) dan kekuatan signal ( $P_x$ ) maksimum dari metode Lomb, FFT Matlab dan Cooley.

Data seri waktu $\omega$ dan $P_x$	I ( $\omega, P_x$ )	II ( $\omega_1, P_{x1}$ ) dan ( $\omega_2, P_{x2}$ )	III ( $\omega_1, P_{x1}$ ) dan ( $\omega_2, P_{x2}$ )
Lomb	(10,000, 1,001)	(2,000, 0,907) dan (4,000, 0,917)	(1,000, 0,966) dan (4,000, 0,937)
FFT Matlab	(9,853, 0,712)	(2,109, 0,803) dan (3,867, 0,716)	(1,055, 0,956) dan (3,867, 0,736)
FFT Cooley	(10,195, 0,711)	(2,461, 0,655) dan (4,219, 0,272)	(1,406, 0,416) dan (4,219, 0,297)

Berdasarkan Tabel 1, dapat dihitung kesalahan relatif simpangan frekuensi dari metode Lomb, FFT Matlab dan FFT Cooley dengan menggunakan Persamaan (7) sebagai berikut,

$$E = \Delta\omega\% = \frac{|\omega_i - \omega_o|}{\omega} \times 100\% \quad (7)$$

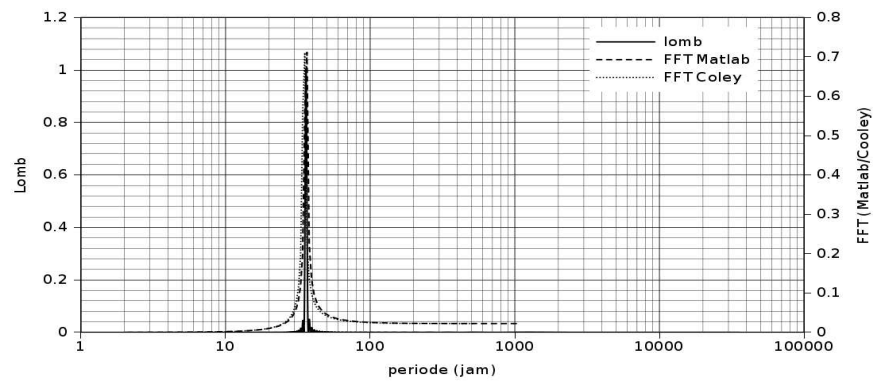
Dimana,  $\omega^\circ$  merupakan frekuensi sudut dari nilai eksak ( $10^\circ$  ;  $2^\circ$  dan  $4^\circ$  ;  $1^\circ$  dan  $4^\circ$  ), dan  $\omega_i$  merupakan frekuensi sudut perkiraan dari metode Lomb, FFT Matlab, dan FFT Cooley. Berdasarkan Persamaan(7) kesalahan relatif perkiraan frekuensi masing masing metode dapat dilihat seperti dalam Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan kesalahan relatif perkiraan frekuensi sudut ( $\Delta\omega$ ) pada  $P_x$  maksimum dari metode Lomb, FFT Matlab dan Cooley dalam %.

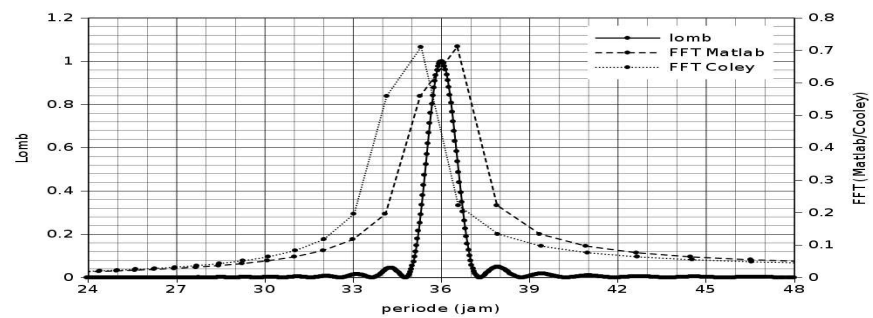
Data seri waktu $\Delta\omega\%$	I ( $\Delta\omega\%$ )	II ( $\Delta\omega_1\%$ ) dan ( $\Delta\omega_2\%$ )	III ( $\Delta\omega_1\%$ ) dan ( $\Delta\omega_2\%$ )
Lomb	0,00	0,00 dan 0,00	0,00 dan 0,00
FFT Matlab	1,47	1,09 dan 1,23	0,55 dan 1,33
FFT Cooley	1,95	4,61 dan 2,19	4,06 dan 2,19

Dari Tabel 2 secara signifikan ditunjukkan bahwa metode Lomb dapat memperkirakan frekuensi secara tepat dengan kesalahan relatif sebesar 0% untuk data seri I, II, dan III. Akan tetapi untuk metode FFT Matlab menunjukkan kesalahan relatif sebesar 1,47% untuk data seri I, 1,09% dan 1,23% untuk data seri II, serta 0,55% dan 1,33% untuk data seri III. Untuk metode FFT Cooley kesalahan relatif perkiraan frekuensi lebih besar, yaitu 1,95% untuk data seri I, 4,61% dan 2,19% untuk data seri II, serta 4,06% dan 2,19% untuk data seri III.

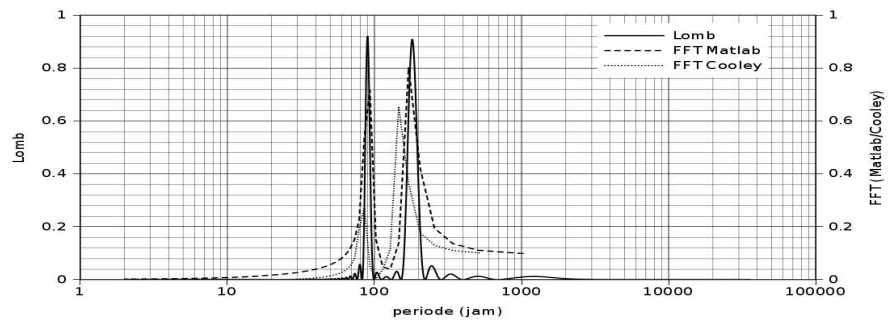
Berdasarkan perhitungan kesalahan relatif dari perkiraan frekuensi sudut untuk data seri sintetik yang dipergunakan dapat dikatakan bahwa metode Lomb memberikan hasil perkiraan yang sempurna dibandingkan dengan metode FFT. Untuk metode FFT yang menggunakan algoritma Matlab memberikan perkiraan yang lebih baik dari algoritma yang dibuat berdasarkan metode FFT Cooley.



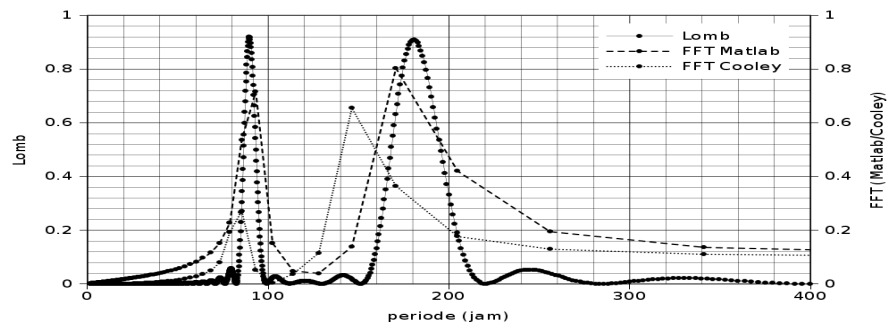
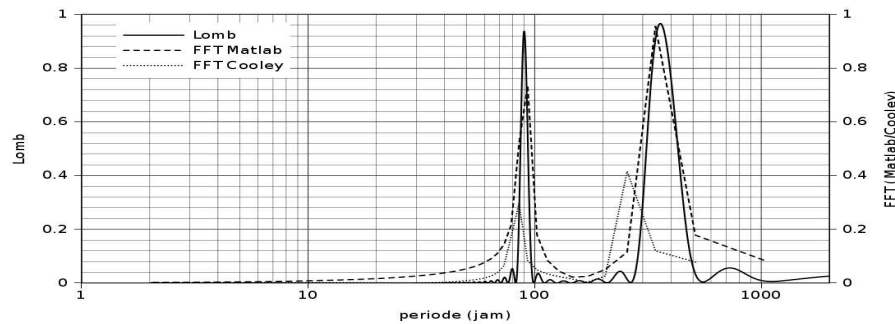
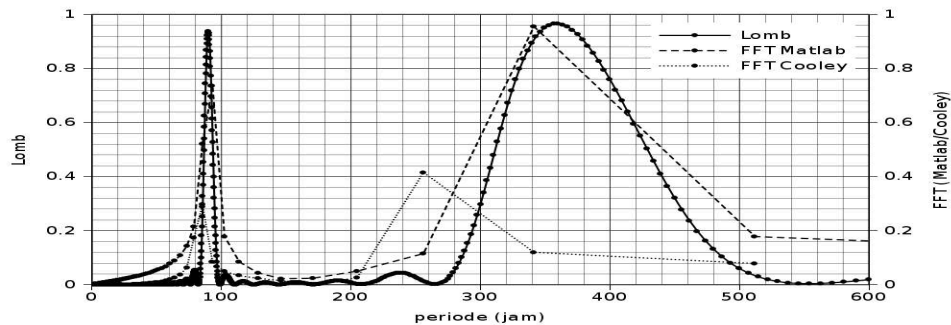
Gambar. 10. Perbandingan sensitivitas  $P_x$  untuk 1 (satu) frekuensi ( $10^0$ ) dalam periode (skala log).



Gambar. 11. Perbandingan sensitivitas  $P_x$  untuk 1 (satu) frekuensi ( $10^0$ ) dalam periode.



Gambar. 12. Perbandingan sensitivitas  $P_x$  untuk 2 frekuensi ( $2^0$  dan  $4^0$ ) dalam periode (skala log).

Gambar. 13. Perbandingan sensitivitas  $P_x$  untuk 2 frekuensi ( $2^0$  dan  $4^0$ ) dalam periode.Gambar. 14. Perbandingan sensitivitas  $P_x$  untuk 2 frekuensi ( $1^0$  dan  $4^0$ ) dalam periode (skala log).Gambar. 15. Perbandingan sensitivitas  $2 P_x$  untuk frekuensi ( $1^0$  dan  $4^0$ ) dalam periode.

Periode ( $T$ ) dapat dihitung berdasarkan frekuensi sudut ( $\omega$ ) dengan menggunakan persamaan sebagai berikut,

$$T_i = \frac{360^\circ}{\omega_i} \quad (8)$$

Berdasarkan Persamaan (8) dapat dihitung periode ( $T$ ). Untuk  $\omega = 10^\circ/\text{jam}$  didapat  $T = 36$  jam. Untuk frekuensi  $2^\circ/\text{jam}$  dan  $4^\circ/\text{jam}$  didapat periode ( $T$ ) 180 jam dan 90 jam. Untuk frekuensi  $1^\circ/\text{jam}$  dan  $4^\circ/\text{jam}$  didapat periode ( $T$ ) 360 jam dan 90 jam.

Berdasarkan Persamaan (8) dan 3 (tiga) data seri sintetik yang dipergunakan, grafik hubungan antara kekuatan signal dan periode dapat dilihat pada Gambar 10, Gambar 11, Gambar 12,

Gambar 13, Gambar 14, dan Gambar 15. Berdasarkan hasil yang didapat dari gambar di atas, dapat disusun Tabel 3 sebagai berikut,

Tabel 3. Perbandingan Periode (T) dan kekuatan signal ( $P_x$ ) maksimum dari metode Lomb, FFT Matlab dan Cooley.

Data seri waktu T dan $P_x$	I (T, $P_x$ )	II ( $T_1, P_{x1}$ ) dan ( $T_2, P_{x2}$ )	III ( $T_1, P_{x1}$ ) dan ( $T_2, P_{x2}$ )
Lomb	(36,00, 1,00)	(180,00, 0,91) dan (90,00, 0,92)	(360,00, 0,97) dan (90,00, 0,94)
FFT Matlab	(36,54, 0,71)	(170,76, 0,80) dan (93,09, 0,72)	(341,33, 0,96) dan (93,09, 0,74)
FFT Cooley	(35,31, 0,71)	(146,29, 0,66) dan (85,33, 0,27)	4,06 dan 2,19(256,00, 0,42) dan (85,33, 0,30)

Berdasarkan Tabel 3 dan dengan menggunakan Persamaan (8) maka dapat dihitung kesalahan relatif dari perkiraan periode (T) seperti terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan kesalahan relatif perkiraan periode (T) pada  $P_x$  maksimum dari metode Lomb, FFT Matlab dan Cooley dalam %.

Data seri waktu $\Delta T\%$	I ( $\Delta T\%$ )	II ( $\Delta T1\%$ ) dan ( $\Delta T2\%$ )	III ( $\Delta T1\%$ ) dan ( $\Delta T2\%$ )
Lomb	1,00	0,00 dan 0,00	0,00 dan 0,00
FFT Matlab	1,49	5,19 dan 3,43	5,19 dan 3,43
FFT Cooley	1,92	18,73 dan 5,19	28,89 dan 5,19

Dari Tabel 4, secara signifikan juga ditunjukkan bahwa metode Lomb dapat memberikan perkiraan Periode secara tepat dengan kesalahan relatif sebesar 0% untuk data seri I, II, dan seri III. Akan tetapi untuk metode FFT Matlab menunjukkan kesalahan relatif sebesar 1,49% untuk data seri I, sebesar 5,19% dan 3,43% untuk data seri II, serta 5,19% dan, 3,43% untuk data seri III. Untuk metode FFT Cooley menunjukkan kesalahan relatif sebesar 1,92% untuk data seri I, sebesar 18,73% dan 5,19% untuk data seri II dan sebesar 28,89% dan 5,19% untuk data seri III.

Berdasarkan perhitungan kesalahan relatif dari perkiraan periode untuk data seri sintetik yang dipergunakan dapat dikatakan bahwa metode Lomb memberikan hasil perkiraan yang sempurna dibandingkan dengan metode FFT. Akan tetapi, untuk metode FFT yang menggunakan algoritma Matlab memberikan perkiraan yang lebih baik dari algoritma yang dibuat berdasarkan metode FFT Cooley.

Berdasarkan waktu yang diperlukan program dalam melakukan perhitungan diketahui bahwa dengan menggunakan metode Lomb, perhitungan memerlukan waktu relatif lebih lama dalam menghitung atau mentransformasi data seri waktu menjadi data seri frekuensi dibandingkan dengan menggunakan metode FFT. Namun demikian, masalah perbedaan waktu antara metode Lomb dan metode FFT tidak menjadi masalah yang berarti karena, program yang dijalankan di mesin Komputer Acer Aspire 3810T yang menggunakan sistem Operasi Linux Ubuntu versi 10.04 dan dengan menggunakan panjang data seri waktu sepanjang 1024 baris ini masih dibawah 30 detik. Akan tetapi untuk pengolahan data yang panjang, efektifitas metode Lomb perlu diuji.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat dikatakan bahwa metode Lomb yang dikenal sebagai periodogram Lomb memberikan hasil perkiraan frekuensi yang sangat signifikan bila



dibandingkan dengan metode FFT, baik menggunakan FFT dari algoritma yang dikembangkan Matlab maupun FFT dari algoritma yang dikembangkan dengan menggunakan subroutine dari Cooley, berdasarkan uji dengan menggunakan data seri waktu sintetik yang menggunakan 1 (satu) dan 2 (dua) frekuensi. Sehingga dapat disarankan, untuk pengolahan data seri waktu lebih baik menggunakan metode Lomb dalam menghitung dan memperkirakan frekuensinya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Cooley, James W. and Tukey, John W. (1965). An Algorithm for the Machine Calculation of Complex Fourier Series. *Mathematics of Computation*, 19(90): 297-301.
- Bland, Denise M. Laakso, Timo I. and Tarczynski, A. (1996). Analysis of Algorithms for Nonuniform time Discrete Fourier Transform. *IEEE International Symposium*, 453-456.
- Laguna, P. Moody, G. B. and Mark, R. G. (1998). Power Spectral Density of Unevenly Sampled Data by Least-Square Analysis: Performance and Application to Heart Rate Signals. *IEEE Transaction on Bionedical Engineering*, 46(6): 698-715.
- Lomb, Nicholas R. (1976). Least-squares Frequency Analysis of Unequally Spaced Data. *Astrophysical and Space Science*, 39: 447-462.
- Scargle, Jeffrey D. (1982). Studies in Astronomical Time Series Analysis II. Statistical Aspects of Spectral Analysis of Unevenly Sampled Data. *Astrophysical Journal*, 263: 835-853.
- Thong, T. McNames, J. and Aboy, M. (2004). Lomb-Welch Periodogram for Non-uniform Sampling. *Proceedings of the 26th Annual International Conference of the IEEE EMBS*, September 1-5, San Francisco, CA, USA, 271-274.