

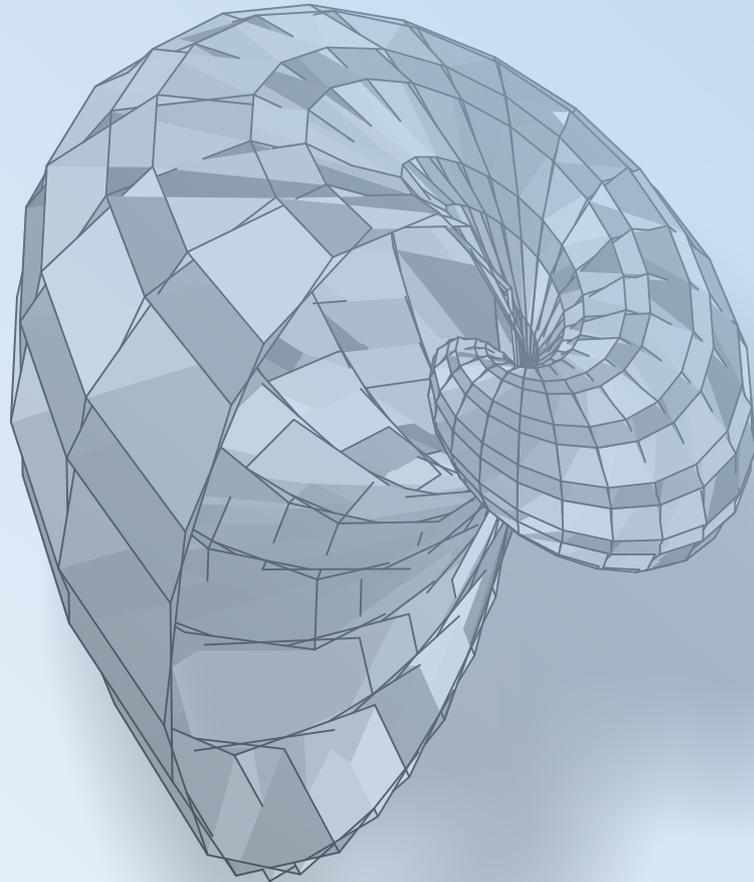
PROSIDING



Seminar Nasional MATEMATIKA

VOL. 10 TH. 2015

ISSN 1907-3909



UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCE
Jalan Ciumbuleuit 94, Bandung 40141, Indonesia



Seminar Nasional MATEMATIKA

VOL. 10 TH. 2015

ISSN 1907-3909

REVIEWERS

Dr. J. Dharma Lesmono

Benny Yong, MSi

Dr. Ferry Jaya Permana, ASAI

Farah Kristiani, MSi

Iwan Sugiarto, MSi

Livia Owen, MSi

Agus Sukmana, MSc

Maria Anestasia, MSi

Erwinna Chendra, MSi

Liem Chin, MSi

Taufik Limansyah, SSi, MT

Alamat Redaksi:
Jurusan Matematika, FTIS - UNPAR
Gedung 9, Lantai 1
Jl. Ciumbuleuit No. 94, Bandung - 40141

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas terselenggaranya Seminar Nasional Matematika Unpar 2015. Seminar ini merupakan kegiatan rutin tahunan yang diselenggarakan oleh Jurusan Matematika, Universitas Katolik Parahyangan, yang dimulai sejak tahun 2005 dan tahun ini merupakan tahun ke-11 penyelenggaraannya. Seminar Nasional Matematika UNPAR ini merupakan wadah pertemuan ilmiah antara matematikawan, guru, peneliti, dan praktisi yang tidak hanya terbatas di bidang matematika saja, melainkan juga penerapannya dalam berbagai bidang ilmu, antara lain dunia medis, ekonomi lingkungan hidup, dan gejala alam.

Seminar tahun ini mengambil tema “PERAN MATEMATIKA DALAM MENGHADAPI MASYARAKAT EKONOMI ASEAN (MEA)”. Pemilihan tema ini dilatarbelakangi oleh kesepakatan para pemimpin ASEAN yang tertuang dalam “Deklarasi Cebu: Untuk Mempercepat Pembangunan Masyarakat ASEAN Sebelum 2015” yang ditandatangani oleh pemimpin ASEAN pada KTT ASEAN ke-12 bulan Januari 2007. Menurut rencana, ASEAN akan membangun sebuah masyarakat bersama sebelum tahun 2015 yang mencakup tiga bagian, yaitu masyarakat ekonomi, masyarakat keamanan dan masyarakat sosial budaya. Melalui seminar ini diharapkan para peserta dapat saling berbagi pengetahuan dan informasi terbaru sehingga berdampak pada kesiapan yang lebih baik dari Indonesia dalam menghadapi tantangan ini.

Seminar kali ini mengundang tiga orang pembicara dari kalangan akademisi dan praktisi yang akan berbagi pengalaman, gagasan dan pikiran. Pada sesi paralel, akan dipresentasikan 58 makalah yang merupakan hasil karya dosen, peneliti, dan mahasiswa dari berbagai instansi di tanah air.

Kami atas nama panitia Seminar Nasional Matematika Unpar 2015 mengucapkan terima kasih atas partisipasinya, semoga bermanfaat bagi semua pihak.

Bandung, September 2015
Ketua Panitia

Liem Chin, M.Si.

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	...i
Daftar Isi	...iii-ix

ALJABAR DAN ANALISIS

KARAKTERISTIK FUNGSIONAL DARI RUANG ATSUJI <i>Suarsih Utama dan Nora Hariadi – Universitas Indonesia</i>	...AA 1-6
SIFAT SUBHIMPUNAN DI RUANG ATSUJI <i>Suarsih Utama dan Nora Hariadi – Universitas Indonesia</i>	...AA 7-11
KARAKTERISTIK DIFERENSIAL SATU ROUND BARU PADA INTERNATIONAL DATA ENCRYPTION ALGORITHM (IDEA) <i>Sari Agustini Hafman</i>	...AA 12-18

STATISTIKA

APLIKASI ANALISIS STATISTIK DESKRIPTIF SPHERICAL PADA DATA GEMPA BENGKULU <i>Pepi Novianti – Universitas Bengkulu</i>	...ST 1-6
ANALISIS STATISTIKA DESKRIPTIF DALAM PEMETAAN KEMISKINAN DI KOTA BENGKULU <i>Dian Agustina, Pepi Novianti, Idhia Sriliana, dan Etis Sunandi – Universitas Bengkulu</i>	...ST 7-18
PERBANDINGAN METODE PERAMALAN ANTARA ARIMA DAN SARIMA DALAM MEMODELKAN FLUKTUASI DEBIT AIR (Studi Kasus : Data Debit Air Pembangkit Listrik Tenaga Air Musi) <i>Jose Rizal – Universitas Bengkulu</i>	...ST 19-26
PEMILIHAN MODEL SEMIVARIOGRAM TERBAIK PADA DATA SPATIAL DENGAN APLIKASI METODE PROGRAM LINIER (Studi Kasus : Data Kejadian Gempa di Wilayah Pesisir Bengkulu) <i>Fachri Faisal – Universitas Bengkulu</i>	...ST 27-37

ESTIMASI MODEL JUMLAH LEUKOSIT PENDERITA LEUKIMIA
MENGUNAKAN PENDEKATAN REGRESI SPLINE TRUNCATED
DENGAN KUADRAT TERKECIL TERBOBOTI
Idhia Sriliana – Universitas Bengkulu ...ST 38-44

PELUANG SUATU TIM UNTUK MENCAPAI PERINGKAT
TERTENTU DALAM SUATU TURNAMEN : STUDI KASUS
SEPAKBOLA LIGA INGGRIS MUSIM KOMPETISI 2011/2012
Liem Chin dan Benny Yong – Universitas Katolik Parahyangan ...ST 45-54

KKN PPM STATISTIKA PEMERINTAHAN
*Neva Satyahadewi, Mariatul Kiftiah, dan
Dadan Kusnandar – Universitas Tanjungpura* ...ST 55-60

MATEMATIKA PENDIDIKAN

EKSPLORASI PENGETAHUAN MATEMATIKA MASYARAKAT
MELALUI RANCANGAN DAN IMPLEMENTASI TUGAS TEMATIK
*Patricia VJ Runtu dan
Christophil Medellu – Universitas Negeri Manado* ...MP 1-10

DISPOSISI MATEMATIS MAHASISWA CALON GURU
MATEMATIKA
*Dadang Juandi, Eyus Sudihartinih, dan
Ririn Sispiyati – Universitas Pendidikan Indonesia* ...MP 11-18

VALIDASI MODUL APLIKASI KOMPUTER DENGAN PROGRAM
WINGEOM PADA MATERI GEOMETRI
Tika Septia dan Merina Pratiwi – STKIP PGRI Sumatera Barat ...MP 19-26

PENINGKATAN KEMAMPUAN PEMAHAMAN MATEMATIK
DENGAN PENDEKATAN HANDS-ON ACTIVITY
(Penelitian Kuasi Eksperimen Pada Siswa SMP Kelas VIII di
Kota Bandung)
Jarnawi Afgani Dahlan – Universitas Pendidikan Indonesia ...MP 27-34

PENCAPAIAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMP
DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA DENGAN
STRATEGI REACT
*Nia Yuni Saputri, Tatang Herman, dan
Kusnandi – Universitas Pendidikan Indonesia* ...MP 35-45

- MENINGKATKAN HASIL BELAJAR MAHASISWA DENGAN
 MODEL PEMBELAJARAN AIR PADA MATA KULIAH
 EVALUASI PEMBELAJARAN MATEMATIKA
*Putu Suarniti Noviantari dan
 I Made Dharma Atmaja – Universitas Mahasaraswati Denpasar* ...MP 46-50
- PENINGKATAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH
 MATEMATIS MAHASISWA BERDASARKAN MODEL
 PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE TEAM ASSISTED
 INDIVIDUALIZATION (TAI) PADA MATA KULIAH
 TEORI PELUANG
Georgina Maria Tinungki – Universitas Hasanuddin ...MP 51-60
- PENGEMBANGAN MEDIA KATROL BILANGAN UNTUK
 PEMBELAJARAN BILANGAN BULAT DI SEKOLAH DASAR
*Haris Wisudiatma, Sri Harmini, dan
 Endang Setyo Winarni – Universitas Negeri Malang* ...MP 61-69
- ANALISIS PENGEMBANGAN MODUL TRIGONOMETRI
Villia Anggraini dan Hamdunah – STKIP PGRI Sumatera Barat ...MP 70-74
- PENGEMBANGAN STRATEGI AJAR KEMAMPUAN BERPIKIR
 LOGIS MATEMATIS MAHASISWA PADA PENERAPAN MATERI
 TRANSPORTASI DAN PEMODELAN MATA KULIAH RISET
 OPERASI TERHADAP PEMBERLAKUAN KEBIJAKAN ASEAN
 TRADE IN GOODS AGREEMENT (ATIGA)
 (Studi Kasus Pemodelan dan Transportasi Pada Komuditas Batu Alam
 dan Rotan Diantara Negara Anggota MEA)
Alif Ringga Persada – IAIN Syekh Nurjati Cirebon ...MP 75-82
- DESAIN DIDAKTIS KONSEP LUAS DAERAH BELAH KETUPAT
 PADA PEMBELAJARAN MATEMATIKA SMP
Alin Meilina dan Rosita Mahmudah – Universitas Pendidikan Indonesia ...MP 83-91
- JARINGAN SYARAF TIRUAN METODE BACK PROPAGATION
 UNTUK PENJURUSAN SISWA SMA
Ulfasari Rafflesia – Universitas Bengkulu ...MP 92-98
- KAJIAN MODEL PEMBELAJARAN : PENDEKATAN COGNITIVE
 APPRENTICESHIP MODEL CASE BASED REASONING DALAM
 PEMBELAJARAN MATEMATIKA
Rina Oktaviyanthi – Universitas Serang Raya ...MP 99-107

MATEMATIKA TERAPAN

ANALISIS PERBANDINGAN BARISAN BIT PSEUDORANDOM YANG DIHASILKAN ALGORITMA SOSEMANUK DAN HC-128 TERHADAP KESERAGAMAN DISTRIBUSI P-VALUE UJI NIST <i>Desi Wulandari – Lembaga Sandi Negara</i>	...MT 1-6
ESTIMASI VOLATILITAS DAN VALUE AT RISK INDEKS LQ45 DENGAN GENERALIZED PARETO DISTRIBUTION <i>Yunita Wijaya, Kie Van Ivanky Saputra, dan Kim Sung Suk – Universitas Pelita Harapan</i>	...MT 7-14
SINGLE-OBJEKTIF DAN MULTI-OBJEKTIF OPTIMISASI PORTOFOLIO DENGAN UKURAN RESIKO MEAN-VARIANCE MENGUNAKAN DIFFERENTIAL EVOLUTION <i>Yohanis Ndapa Deda – Institut Teknologi Bandung, Universitas Nusa Cendana, Kupang Kuntjoro Adji Sidarto – Institut Teknologi Bandung</i>	...MT 15-20
GUESSING ATTACK PADA PROTOKOL KRITOGRAFI <i>Arif Fachru Rozi</i>	...MT 21-24
SUB-BLOK AKTIF SPN TERBAIK UNTUK SERANGAN KRIPTANALISIS DIFERENSIAL <i>Arif Fachru Rozi</i>	...MT 25-31
APLIKASI MATEMATIKA DALAM PEMODELAN RISIKO BENCANA TSUNAMI <i>Yulian Fauzi – Universitas Bengkulu</i>	...MT 32-36
PENGLASTERAN DATA DENGAN MENGGUNAKAN METODE MONOTETIS (STUDI KASUS PADA DATA KELUARGA) <i>Kania Sawitri – ITENAS</i>	...MT 37-42
KONTROL OPTIMAL PADA MODEL EPIDEMIOLOGI TIPE SVIR DENGAN MEMPERHATIKAN REINFEKSI <i>Jonner Nainggolan – Universitas Cenderawasih Jayapura</i>	...MT 43-49
IMPLEMENTASI MODEL HARGA OPSI BASKET BERBASIS COPULA LEVY <i>Syofia Rani, Bevina D. Handari, dan Hendri Murfi – Universitas Indonesia</i>	...MT 50-56

PENENTUAN PREMI TUNGGAL BERSIH UNTUK ASURANSI JIWA BERJANGKA UNIT LINK DENGAN GARANSI <i>Siska Yosmar dan Syahrul Akbar – Universitas Bengkulu</i>	...MT 57-63
BIFURKASI SADDLE-NODE PADA MODEL SIR DENGAN LAJU INSIDENSI YANG TAK LINEAR DAN ADANYA PERAWATAN <i>Marsha Ad Georli, Livia Owen, dan Benny Yong – Universitas Katolik Parahyangan</i>	...MT 64-74
MODEL MATEMATIKA PENYEBARAN INFEKSI HIV PADA KOMUNITAS INJECTING DRUG USERS <i>Iffatul Mardiyah – Universitas Gunadarma Hengki Tasman – Universitas Indonesia</i>	...MT 75-82
SYARAT CUKUP BEROSILASI DAN TIDAK BEROSILASI PERSAMAAN DIFERENSIAL LINIER HOMOGEN ORDE DUA <i>Maulana Malik – Universitas Gunadarma</i>	...MT 83-89
IMPLEMENTASI ALGORITMA PARTICLE SWARM OPTIMIZATION PADA KALIBRASI MODEL HARGA OPSI HESTON <i>Ilham Falani, Bevina D. Handari, dan Gatot F. Hertono – Universitas Indonesia</i>	...MT 90-96
SPN CIPHER MODIFIKASI <i>Sari Agustini Hafman dan Khairun Nisa</i>	...MT 97-101
MODEL TRINOMIAL HARGA OPSI EROPA <i>Fitriani Agustina dan Entit Puspita – Universitas Pendidikan Indonesia</i>	...MT 102-106
ANALISIS PERKEMBANGAN OTAK JANIN DENGAN MENGUNAKAN METODE ISOMAP <i>Rifki Kosasih dan Achmad Fahrurrozi – Universitas Gunadarma</i>	...MT 107-113

MAHASISWA

PEMODELAN FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PERSENTASE PENDUDUK MISKIN PROVINSI PAPUA MENGGUNAKAN REGRESI SEMIPARAMETRIK SPLINE DALAM RANGKA MENGHADAPI ASEAN ECONOMIC COMMUNITY 2015 <i>Eka Oktaviana Romaji, Wahyu Kurnia Dewi Nastiti, Zahrotun Nisaa', Avinia Aisha Widhesaputri, dan Reta Noorina Prastika – Institut Teknologi Sepuluh Nopember</i>	...MS 1-8
--	-----------

TAKSIRAN JACKKNIFE RIDGE REGRESSION SEBAGAI TAKSIRAN PARAMETER MODEL REGRESI LINIER BERGANDA PADA KASUS MULTIKOLINIERITAS <i>Effrida Betzy Stephany, Siti Nurrohmah, dan Ida Fithriani – Universitas Indonesia</i>	...MS 9-16
DISTRIBUSI GAMMA-HALF NORMAL <i>Kania Rianti, Siti Nurrohmah, dan Ida Fithriani – Universitas Indonesia</i>	...MS 17-25
PENGGUNAAN METODE BAYES DALAM PENAKSIRAN UKURAN POPULASI YANG MEMPUNYAI NOMOR SERIAL <i>Mario Valentino Nara, Ida Fithriani, dan Siti Nurrohmah – Universitas Indonesia</i>	...MS 26-32
KAJIAN SKEMA E-VOTING DALAM APLIKASI SKEMA SECRET SHARING BERBASIS CHINESE REMAINDER THEOREM (CRT) DENGAN MENGGUNAKAN BARISAN MIGNOTTE <i>Widuri Lisu dan Kiki Ariyanti Sugeng – Universitas Indonesia</i>	...MS 33-40
IMPLEMENTASI ATURAN KUADRATUR NEWTON-COTES DENGAN KOREKSI PADA BATAS DAN MODIFIKASINYA <i>Bevina Desjwiandra H., Gatot Fatwanto Hertono, dan Yola Fowell – Universitas Indonesia</i>	...MS 41-48
OPTIMASI PORTOFOLIO DENGAN KENDALA BUY-IN THRESHOLD <i>Erwin Natali Susanto dan Liem Chin – Universitas Katolik Parahyangan</i>	...MS 49-54
MEMINIMUMKAN RISIKO PORTOFOLIO DENGAN TARGET RETURN MENGGUNAKAN METODE NEWTON <i>Andris Rachardi, Liem Chin, dan Erwinna Chendra – Universitas Katolik Parahyangan</i>	...MS 55-61
PREDIKSI KEBERHASILAN INDONESIA PADA POST FINAL DAN PASCA MDGs (MILLENNIUM DEVELOPMENT GOALS) 2015 DALAM PENANGGULANGAN KEMISKINAN DAN KELAPARAN DENGAN METODE PERAMALAN <i>Indah Tri Wulandari, Joshua Bonasuhul, Riskha Tri Oktaviani, Akhmad Rayzha Naufal, dan Sutikno – Institut Teknologi Sepuluh Nopember</i>	...MS 62-70

STUDI DAMPAK UNDANG-UNDANG MINERAL DAN BATUBARA (UU MINERBA) TERHADAP KEBERHASILAN EKSPOR INDONESIA MENGGUNAKAN METODE ANALISIS FAKTOR DAN CHERNOFF FACE <i>Fefy D. S., Indah T. W., Avinia A. W., Rya S. A., Epa Suryanto, dan Mutiah Salamah – Institut Teknologi Sepuluh Nopember</i>	...MS 71-78
SIFAT SUBHIMPUNAN LENGKAP DAN COMPLETELY DISCRETE DALAM RUANG YANG MEMILIKI ATSUJI COMPLETION <i>Muhammad Ihsan Prasetio, Nora Hariadi, dan Suarsih Utama – Universitas Indonesia</i>	...MS 79-86
PENYELESAIAN LINEAR FRACTIONAL PROGRAMMING DENGAN MENGGUNAKAN METODE CRISS CROSS <i>Anggela Irene Wijaya, Taufik Limansyah, dan Dharma Lesmono – Universitas Katolik Parahyangan</i>	...MS 87-93
DISTRIBUSI GAMMA-PARETO <i>Ira Rosianal Hikmah, Siti Nurrohmah, dan Ida Fithriani – Universitas Indonesia</i>	...MS 94-102
EFEKTIFITAS MENCATAT DAN PRAKTIK MENGGUNAKAN KOMPUTER SECARA LANGSUNG TERHADAP PRESTASI BELAJAR MAHASISWA MATA KULIAH EKSPLORASI SOFTWARE MATEMATIKA DI STKIP SURYA <i>Hendy Halyadi, Titi Mellyani, Aprilita, dan Johannes H. Siregar – STKIP Surya</i>	...MS 103-107
PENENTUAN RISIKO RELATIF UNTUK PENYEBARAN PENYAKIT DEMAN DENGUE DI KOTA BANDUNG PADA TAHUN 2013 DENGAN MENGGUNAKAN MODEL SMR <i>Robyn Irawan, Benny Yong dan Farah Kristiani – Universitas Katolik Parahyangan</i>	...MS 108-115
VALUASI VALUE AT RISK MENGGUNAKAN METODE COPULA <i>Felivia dan Ferry Jaya Permana – Universitas Katolik Parahyangan</i>	...MS 116-122

ISSN 1907-3909



9 771907 3909 14

Alamat Redaksi:
Jurusan Matematika, FTIS - UNPAR
Gedung 9, Lantai 1
Jl. Ciumbuleuit No. 94, Bandung - 40141

PERBANDINGAN METODE PERAMALAN ANTARA ARIMA DAN SARIMA DALAM MEMODELKAN FLUKTUASI DEBIT AIR (Studi Kasus : Data debit air Pembangkit Listrik Tenaga Air Musi)

Jose Rizal

Jurusan Matematika FMIPA Universitas Bengkulu
email : Jrizal04@gmail.com

Abstrak. Fluktuasi debit air dipengaruhi oleh banyak faktor, salah satunya curah hujan, sedangkan curah hujan sendiri memiliki fenomena karakteristik musiman. Patut diduga pemodelan timeseries dari data fluktuasi debit air mengandung unsur musiman. Dalam analisis timeseries terdapat beberapa pendekatan dalam memodelkan data deret waktu. Model yang dihasilkan dapat digunakan untuk mendapatkan nilai ramalan besaran debit air untuk beberapa periode kedepan. Untuk kepentingan lebih jauh, dapat mengukur nilai ekonomis suatu pembangkit listrik tenaga air. Tujuan penelitian ini secara garis besar ada dua, yakni untuk membandingkan model terbaik antara Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA), dan Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA). Sedangkan tujuan yang kedua adalah menghasilkan peramalkan besaran debit air untuk tiga bulan ke depan. Metode penelitian yang digunakan adalah diawali dengan pengambilan data sekunder ke PLTA Musi dilanjutkan dengan melakukan tahapan-tahapan pemodelan timeseries. Adapun pendekatan model yang digunakan dalam tulisan ini, adalah ARIMA dan SARIMA. Ukuran yang digunakan untuk mendapatkan model terbaik menggunakan ukuran MSE. Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pengolahan data adalah : parameter model ARIMA yang dihasilkan adalah ARIMA(3,1,0), sedangkan SARIMA yaitu ARIMA (0,1,1)(2,0,0)³. Berdasarkan kriteria pemilihan model terbaik yang menghasilkan kesalahan ramalan terkecil. Berdasarkan nilai RMSE, MAPE, dan MAD dari peramalan, diperoleh kesimpulan bahwa model yang sesuai dengan kondisi data debit air adalah model ARIMA(3,1,0).

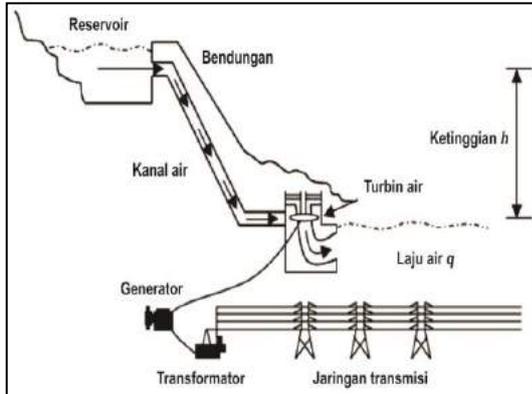
Kata kunci : ARIMA, SARIMA, MSE, Debit Air.

1. PENDAHULUAN

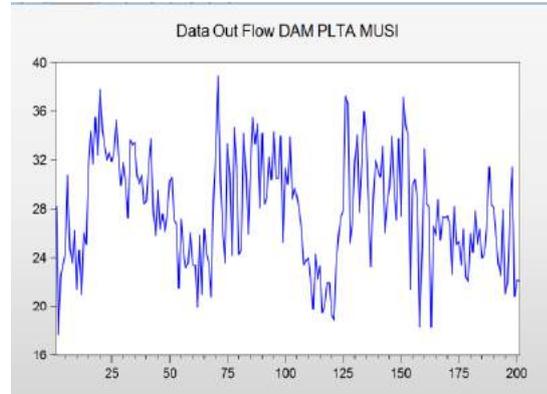
PLTA Musi memerlukan kekuatan debit air tertentu yang bersumber dari sungai Musi dalam menghasilkan produksi daya listrik. Adapun debit pasti yang dihasilkan PLTA Musi saat ini sebesar 15,5 m³/detik atau sebesar 95% dari jumlah debit keseluruhan. Debit pembangkitan dari PLTA Musi sebesar 62,03 m³/detik untuk operasi tiga unit. Sedangkan debit rata-rata pembangkit sebesar 35,7 m³/detik dan debit tetap yang dilepas ke hilir Dam Musi sebesar 1,1 m³/detik. Untuk menggerakkan turbin, pembangkit memerlukan air dari sungai Musi sebesar 6000 liter/detik. Posisi air atau ketinggian air bendungan berkisar 6,00 meter sampai dengan 9,30 meter. (hasil kajian Himpunan Ahli Teknik Hidrolik Indonesia (HATHI)). Mekanisme proses penyaluran air dari reservoir sampai dihasilkan energi listrik dapat dilihat pada gambar 1.

Secara kronologis data tersebut disusun berdasarkan waktu, dengan melihat struktur dan karakteristik data debit air, pendekatan pemodelan yang sesuai dengan menggunakan analisis time series. Terdapat banyak sekali model yang dapat digunakan dalam menganalisis data time series diantaranya ARIMA dan SARIMA. Model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dan *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA) merupakan Varian dari model Box-Jenkins, perbedaan antara kedua model ini adalah model SARIMA

merupakan pengembangan dari model ARIMA, dimana dalam analisis modelnya memasukkan unsur musiman. Besarnya debit air sangat tergantung dari curah hujan, dimana curah hujan sendiri mengandung unsur musiman. Berdasarkan pemaparan ini, patut di duga besaran fluktuasi debit air mengandung unsur musiman.



Gambar 1. Proses penyaluran air dari reservoir ke bendungan



Gambar 2. Diagram garis besaran debit air pada DAM PLTA Musi

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini antara lain : (1) Untuk membandingkan model matematika fluktuasi debit air yang dihasilkan melalui pendekatan model ARIMA dan SARIMA. (2) Melakukan peramalan besaran debit air untuk 3 hari kedepan.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Uji Akar Unit Dickey-Fuller (DF)

Metode uji akar unit Dickey-Fuller mengasumsikan bahwa residual bersifat independen dengan rata-rata nol, varians konstan, dan tidak saling berhubungan (non-autokorelasi). Langkah awal yang harus dilakukan pengujian ini adalah menaksir model autoregresi dari masing-masing variabel. Berikut ini model autoregresi yang dimaksud: [3]

$$Z_t = \rho Z_{t-1} + u_t \rightarrow \Delta Z_t = (\rho - 1)Z_{t-1} + u_t = \delta Z_{t-1} + u_t \quad (1)$$

Dengan melihat kembali persamaan (1), berikut ini prosedur pengujian stasioneritas data menggunakan metode akar unit Dickey-Fuller (DF):

1. Perumusan Hipotesis
 - $H_0 : \delta = 0$ (data mengandung akar unit)
 - $H_1 : \delta \neq 0$ (data tidak mengandung akar unit)
2. Besaran yang diperlukan (*Parameter*) : taraf signifikansi (α), Parameter δ dan $SE(\delta)$
3. Statistik Uji

$$t = \frac{\hat{\delta}}{SE(\hat{\delta})}$$

4. Kriteria Pengujian
 - Tolak H_0 jika $|t_\delta| \geq |t_{(n-1, \alpha)}|$

2.2 Ukuran Kesalahan Peramalan

Beberapa ukuran kesalahan peramalan yang biasa digunakan antara lain: *Mean Absolute Defiation* (MAD), *Mean Squared Error* (MSE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). [4]

Mean Absolute Defiation (MAD) atau Simpangan Absolut rata – rata. Ini sangat berguna jika seorang analis ingin mengukur kesalahan peramalan dalam unit ukuran yang sama seperti data aslinya.

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |Z_t - \hat{Z}_t|}{n} \quad (2)$$

Mean Squared Error (MSE) atau Kesalahan rata-rata kuadrat

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (Z_t - \hat{Z}_t)^2}{n} \quad (3)$$

Pendekatan ini penting karena satu teknik yang menghasilkan kesalahan yang moderat yang lebih disukai oleh suatu peramalan yang biasanya menghasilkan kesalahan yang lebih kecil tetapi kadang – kadang menghasilkan kesalahan yang sangat besar.

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) atau Persentase Kesalahan Absolut Rata –rata

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{(Z_t - \hat{Z}_t)}{Z_t}}{n} \quad (4)$$

2.3 Model ARIMA dan SARIMA

Model *Autoregressive Integrated Moving Average* merupakan model yang didasarkan atas pelanggaran asumsi bahwa data deret waktu yang dianalisis harus bersifat stasioner. Secara umum model ARIMA(p, d, q) terdiri dari tiga bagian, yaitu: komponen proses differencing sehingga data memenuhi kondisi stationer setelah d proses differencing, komponen *Autoregressive AR(p)* dan komponen *Moving Average MA(q)*. Secara umum model ARIMA, dapat dituliskan sebagai berikut : [2]

$$Z_t = \delta + \beta_1 Z_{t-1} + \dots + \beta_p Z_{t-p} + e_t + a_1 e_{t-1} + \dots + a_q e_{t-q} \quad (5)$$

Pada persamaan 5, merupakan kombinasi antara model **AR(p)** dan **MA(q)**, dapat dituliskan, untuk model Autoregresif

$$Z_t = \delta + \beta_1 Z_{t-1} + \dots + \beta_p Z_{t-p} + e_t \quad (6)$$

Sedangkan untuk model Moving Average, dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Z_t = e_t - a_1 e_{t-1} - \dots - a_q e_{t-q} \quad (7)$$

dimana $e_t \sim N(0, \sigma_e^2)$ merupakan kesalahan ke-t yang memiliki distribusi saling bebas dan identik.

Model *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA) merupakan model ARIMA yang di dalam analisis modelnya terdapat unsur musiman. Adapun notasi umum untuk model SARIMA adalah sebagai berikut (Lestari,2012) : ARIMA $(p, d, q)(P, D, Q)^s$ dengan,
 (p, d, q) : bagian model yang tidak ada unsur musiman
 (P, D, Q) : bagian model yang mengandung unsur musiman
 s : jumlah periode permusiman

Pada kenyataannya, suatu model deret waktu pada umumnya bersifat tidak stasioner, maka data tersebut dapat dibuat agar mendekati atau bahkan bersifat stasioner dengan melakukan pembedaan (*differencing*) pada data aslinya. Misal data pembedaan pertama: $W_t = Z_t - Z_{t-1}$. Dengan demikian, perluasan dari pembedaan tersebut dapat ditulis sebagai berikut:

$$W_t = (1 - B)^d (1 - B^s)^D Z_t \quad (8)$$

Dari notasi umum diatas dapat ditulis bentuk umum model SARIMA sebagai berikut:

$$\Phi_p(B) \Phi_p(B)^s (1 - B)^d ((1 - B^s)^D Z = \theta_q(B) \theta_Q(B)^s e_t \quad (9)$$

$$\Phi_p(B) \Phi_p(B)^s W_t = \theta_q(B) \theta_Q(B)^s e_t$$

Dimana :

- $\Phi_p(B)^s$: parameter AR musiman orde ke- p
- $\Phi_p(B)$: parameter AR tidak musiman orde ke- p
- $\theta_Q(B)^s$: parameter MA musiman orde ke- q
- $\theta_q(B)$: parameter MA tidak musiman orde ke- q
- $(1 - B)^d$: order *differencing* tidak musiman
- $(1 - B^s)^d$: *differencing* musiman

3. METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder debit air dari DAM PLTA Musi dengan satuan $m^3/detik$, data historis tersebut berupa data harian selama 7 bulan terakhir. Secara garis besar, tahapan dalam penelitian ini diawali dengan : survey ke lapangan (PLTA Musi Ujan Mas Kabupaten Kepahyang) untuk mendapatkan data dan informasi mekanisme pemanfaatan air pada sungai Musi. Untuk mempermudah dalam analisis data, dalam penelitian ini menggunakan paket program Eviews 7. [1]

Data yang diperoleh akan di analisis dengan pendekatan analisis time series. Diawali dengan pengujian stasioneritas data sampai diperoleh nilai parameter banyak diferensiasi (d). Langkah selanjutnya mengaplikasikan Model ARIMA dan SARIMA dimana masing-masing pendekatan memiliki tahapan yang hampir sama. Setelah model dihasilkan, masing-masing model akan dibandingkan dan dipilih model terbaik berdasarkan nilai MAPE, MAD, dan RMSE terkecil yang dihasilkan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Kestasioneran Data

Berikut uji akar unit terhadap data debit air PLTA Musi dengan menggunakan metode *Aughmented Dickey Fuller* (ADF).

Tabel 1. Hasil pengujian stasioneritas data awal

		t-Statistic	Prob. *
Augmented Dickey-Fuller Test Statistic		-3.26	0.0184
Test Critical Values	1% Level	-3.46	
	5% Level	-2.88	
	10% Level	-2.57	

* MacKinnon (1996) one-sided p-values

Dari tabel 1, dapat dilihat bahwa data awal yang di uji dengan menggunakan metode ADF diperoleh nilai statistik t adalah sebesar -3.26, nilai mutlak tersebut lebih besar dari pada nilai kritik pada statistik McKinon pada selang kepercayaan 5%, dan 10% namun nilai tersebut lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai kritik pada statistik McKinon pada selang kepercayaan 1%. Sedangkan bila dilihat dari nilai probabilitas diperoleh sebesar 0.0184 dimana nilai tersebut lebih kecil daripada nilai kritik $\alpha = 0,05$ ($0,0184 < 0,05$). Sehingga berdasarkan hasil tersebut bahwa data debit air tidak stasioner pada selang kepercayaan 1%. Dengan melakukan diferensiasi sebanyak 1 kali, kemudian dilakukan pengujian kestasioneran data, diperoleh :

Tabel 2. Hasil pengujian stasioneritas data diferensiasi pertama

		t-Statistic	Prob. *
Augmented Dickey-Fuller Test Statistic		-14.86	0.0000
Test Critical Values	1% Level	-3.46	
	5% Level	-2.88	
	10% Level	-2.57	

* MacKinnon (1996) one-sided p-values

Dari tabel 2, di atas dapat dilihat bahwa nilai mutlak statistik pada output yang ditampilkan adalah sebesar 14.86, nilai tersebut lebih besar daripada mutlak nilai kritik pada statistic Mckinon pada selang kepercayaan 1%, 5%, maupun selang kepercayaan 10%. Serta nilai probabilitas sebesar 0.0000 dimana nilai tersebut lebih kecil daripada nilai kritik $\alpha = 0.05$ ($0.000 < 0.05$). Dengan demikian hasil output tersebut menunjukkan bahwa fluktuasi data telah stationer pada proses *differencing* pertama (1^{st} *differencing*).

4.2 Hasil Pemodelan Data Debit Air dengan Pendekatan ARIMA

Untuk identifikasi model ARIMA, dapat dilihat dari plot ACF dan PACF, dari output yang dihasilkan ACF menurun secara eksponensial dan PACF menurun setelah lag 2, hal ini menunjukkan model sementara adalah ARIMA (2,1,0). Sebagai tahap selanjutnya kita lakukan trial and error (menaikkan dan atau menurunkan orde dari AR dan MA) untuk mendapatkan model ARIMA terbaik. Berikut beberapa model yang akan dianalisis lebih lanjut: ARIMA(1,1,0), ARIMA(2,1,0), ARIMA(3,1,0), ARIMA(0,1,1), ARIMA(1,1,1), ARIMA(2,1,1), dan ARIMA(3,1,1). Dengan menggunakan bantuan paket program Eviews 7, diperoleh nilai estimasi koefisien dan hasil uji signifikansinya seperti berikut ini: [1]

Tabel 3. Pemilihan Model ARIMA Terbaik

Model	Koefisien	p-value	IRM
ARIMA(1,1,0)	-0.334601	0.0000	0.33
ARIMA(2,1,0)	-0.423192	0.0000	0.21
	-0.267705	0.0001	
ARIMA(3,1,0)	-0.523349	0.0000	0.68
	-0.424491	0.0000	
	-0.364271	0.0000	
ARIMA(0,1,1)	-0.665259	0.0000	0.67
ARIMA(1,1,1)	0.526121	0.0000	0.53
	-0.989569	0.0000	0.99
ARIMA(2,1,1)	-0.128200	0.3081	0.06
	-0.128075	0.1615	
	-0.672201	0.0000	0.67
ARIMA(3,1,1)	-0.472555	0.0115	0.66
	-0.402961	0.0001	
	-0.350658	0.0000	
	-0.058531	0.7673	

Dari tabel 3 dengan $\alpha = 0.05$ dapat terlihat bahwa model yang memiliki nilai probabilitas yang signifikan dan nilai $|IRM| < 1$ adalah ARIMA(1,1,0), ARIMA(2,1,0), ARIMA(3,1,0), ARIMA(0,1,1), ARIMA(1,1,1). Langkah selanjutnya akan dilakukan uji asumsi residual, terdiri dari pengujian non-autokorelasi, homoskedastisitas, dan normalitas residual ditampilkan pada tabel 4 di bawah ini:

Tabel 4. Hasil Uji Asumsi Residual Model ARIMA

Model	Uji Asumsi Residual		
	non – autokorelasi	Homoskedastisitas	normalitas residual
ARIMA(1,1,0)	Tidak	Tidak	Ya
ARIMA(2,1,0)	Tidak	Tidak	Ya
ARIMA(3,1,0)	Ya	Ya	Ya
ARIMA(0,1,1)	Ya	Ya	Ya
ARIMA(1,1,1)	Tidak	Tidak	Ya

Berdasarkan hasil tabel 4, model yang dapat dilanjutkan untuk dipilih menjadi model terbaik adalah model ARIMA (3,1,0) dan ARIMA (0,1,1) . Berdasarkan kriteria SSR, BIC dan AIC,

nilai SSR, BIC dan AIC dari masing-masing model berturut-turut adalah 2.589,215; 5,44 ; dan 5,49, sedangkan untuk ARIMA(0,1,1) berturut-turut adalah 2.829,88 ; 5,51 dan 5,54. Sehingga model ARIMA (3,1,0) mempunyai nilai SSR, BIC dan AIC minimum dibandingkan model ARIMA (0,1,1). Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa model ARIMA (3,1,0) adalah model yang terbaik, dengan persamaan berikut :

$$Z_t = 0.4767Z_{t-1} + 0.0988 Z_{t-2} + 0.0602 Z_{t-3} + 0.3643 Z_{t-4} \quad (10)$$

4.3 Hasil Pemodelan Data Debit Air dengan Pendekatan SARIMA

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data harian artinya data tersebut memiliki nilai S dengan tiga kemungkinan yaitu S = 7, S =30, dan S=365 (Alonso dan Garcia Martos, 2012). Namun, karena data yang digunakan tidak sampai tahunan maka kemungkinan nilai S adalah 7 dan 30. Menurut (Firdaus, 2006) faktor musiman dapat ditentukan dengan mengidentifikasi koefisien autokorelasi pada dua atau tiga time lag yang berbeda nyata (signifikan) dari nol. Dari pernyataan tersebut, maka berdasarkan ACF dan PACF data yang stasioner diperoleh S = 3. Sehingga dari hasil analisis diatas diperoleh tiga kemungkinan nilai S yaitu 3, 7 dan 30.

Hasil keluaran ACF , PACF tersebut diperoleh bahwa di tiap lag-lag musiman (S yaitu 3, 7 dan 30) telah stasioner sehingga tidak perlu dilakukan differensi musiman. Oleh Karena itu, diperoleh model awal dengan pendekatan SARIMA antara lain : ARIMA (1,1,1)(1,0,1)³ , ARIMA (1,1,0)(0,0,2)³, ARIMA (2,1,0)(0,0,1)³, ARIMA (0,1,1)(0,0,1)³, ARIMA (0,1,1)(0,0,2)³, ARIMA (0,1,1)(2,0,0)³, ARIMA (2,1,1)(1,0,2)³, ARIMA (3,1,1)(0,0,0)⁷, dan ARIMA (3,1,0)(0,0,1)³⁰.

Analog dengan tahapan pada ARIMA, diperoleh nilai estimasi koefisien dan hasil uji signifikansinya seperti yang ditampilkan pada tabel 5 berikut ini:

Tabel 5. Pemilihan Model Terbaik dengan EVIEWS

Model	Koefisien	p-value	AIC
ARIMA (1,1,1)(1,0,1) ³	0.126291	0.3234	5.494229
	0.748888	0.0000	
	-0.696526	0.0000	
ARIMA (1,1,0)(0,0,2) ³	-0.957496	0.0000	5.581984
	-0.346832	0.0000	
	-0.190214	0.0090	
ARIMA (2,1,0)(0,0,1) ³	-0.222725	0.0022	5.434025
	-0.482725	0.0000	
	-0.446057	0.0000	
ARIMA (0,1,1)(0,0,1) ³	-0.496788	0.0000	5.492497
	-0.600920	0.0000	
	-0.217894	0.0027	
ARIMA (0,1,1)(0,0,2) ³	-0.581473	0.0000	5.479429
	-0.187486	0.0107	
	-0.173286	0.0166	
ARIMA (0,1,1)(2,0,0) ³	0.738223	0.0000	5.402231
	-0.628724	0.0000	
	-0.959145	0.0000	
ARIMA (2,1,1)(1,0,2) ³	-0.310906	0.4239	5.386592
	-0.378097	0.0680	
	0.800982	0.0000	
	-0.221232	0.5811	
	-1.259062	0.0000	
	0.287980	0.1683	

ARIMA (3,1,1)(0,0,0) ⁷	-0.472555	0.0115	5.454391
	-0.402961	0.0001	
	-0.350662	0.0000	
	-0.058550	0.7673	
	-0.424491	0.0000	
	-0.364277	0.0000	
ARIMA (3,1,0)(0,0,1) ³⁰	-0.518221	0.0000	5.459686
	-0.431942	0.0000	
	-0.366603	0.0000	
	-0.091870	0.2316	

Dari tabel 5, dengan $\alpha = 0.05$ dapat terlihat bahwa yang memiliki nilai probabilitas signifikan adalah ARIMA (1,1,0)(0,0,2)³, ARIMA (2,1,0)(0,0,1)³, ARIMA (0,1,1)(0,0,1)³, ARIMA (0,1,1)(0,0,2)³, dan ARIMA (0,1,1)(2,0,0)³. Sehingga langkah selanjutnya akan dilakukan uji asumsi residual yang ditampilkan pada tabel 6 dibawah ini:

Tabel 6. Perbandingan model berdasarkan asumsi

Model	Uji Asumsi Residual		
	non – autokorelasi	Homoskedasitas	Normalitas residual
ARIMA (1,1,0)(0,0,2) ³	Tidak	Tidak	Ya
ARIMA (2,1,0)(0,0,1) ³	Ya	Ya	Ya
ARIMA (0,1,1)(0,0,1) ³	Tidak	Tidak	Ya
ARIMA (0,1,1)(0,0,2) ³	Tidak	Tidak	Ya
ARIMA (0,1,1)(2,0,0) ³	Ya	Ya	Ya

Dari tabel 6, ada dua model yang layak untuk dipilih sebagai model terbaik yaitu model ARIMA (2,1,0)(0,0,1)³ dan ARIMA (0,1,1)(2,0,0)³. Model tersebut dipilih menjadi model terbaik berdasarkan nilai SSR, AIC, dan SIC minimum. Nilai SSR, AIC, dan SIC untuk masing-masing model adalah sebagai berikut : ARIMA (2,1,0)(0,0,1)³ berturut-turut 2.550,41 ; 5,43 ; dan 5,50. Model ARIMA (0,1,1)(2,0,0)³ adalah 2.587,517 ; 5,47 dan 5,54. Sehingga dari hasil tersebut bahwa model ARIMA (0,1,1)(2,0,0)³ adalah model yang terbaik, dengan persamaan sebagai berikut :

$$\phi_0(B)(-0,172565)(1 - B)^1 X_t = (-0,576711) \theta_1(B)^3 e_t \quad (11)$$

4.4 Hasil Perbandingan Model ARIMA dan SARIMA

Pemilihan model terbaik untuk data debit air dapat ditentukan dengan melihat kesalahan nilai ramalan terkecil. Sehingga, dilakukan perbandingan hasil ramalan dari tiap-tiap model ramalan yang diperoleh. Penerapan masing-masing model pada data debit air menghasilkan ramalan yang mendekati data asli. Hal ini berarti model yang diperoleh sudah cukup sesuai dengan data asli tetapi perlu dilakukan pemilihan metode peramalan yang sesuai dengan data asli. Nilai MAPE, MAD, dan RMSE digunakan sebagai ukuran pemilihan model terbaik. Berdasarkan tabel 7, model ARIMA (3,1,0) memiliki ukuran kesesuaian ramalan yang lebih minimum dari pada model ARIMA (0,1,1)(2,0,0)³. Jadi dapat disimpulkan model terbaik adalah model ARIMA (3,1,0).

Tabel 7. Hasil perbandingan kriteria model terbaik

Model	Ukuran Kesesuaian Ramalan		
	MAPE	MAD	RMSE
ARIMA (3,1,0)	10.27461	2.802220	3.625356
ARIMA (0,1,1)(2,0,0) ³	10.39980	2.825203	3.652084

Hasil ramalan debit air untuk 3 hari ke depan dengan menggunakan model ARIMA (3,1,0) yaitu: hari ke-1 sebesar 24,77; hari ke-2 sebesar 21,76 ; hari ke-3 sebesar 26,71.

5. KESIMPULAN

Dari analisis yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan bahwa: (1) model yang sesuai untuk memodelkan data debit air PLTA Musi adalah model ARIMA (3,1,0) dengan persamaan matematika $Z_t = 0.4767Z_{t-1} + 0.0988 Z_{t-2} + 0.0602 Z_{t-3} + 0.3643 Z_{t-4}$. (2) Ramalan untuk 3 hari ke depan yaitu: hari ke-1 sebesar 24,77; hari ke-2 sebesar 21,76 ; hari ke-3 sebesar 26,71. (3) Data penelitian belum memberikan cukup bukti akan dugaan bahwa pemodelan besaran fluktuasi debit air akan dipengaruhi oleh unsur musiman. Salah satu penyebab hal tersebut adalah jumlah data yang digunakan belum cukup untuk melihat unsur musiman dari debit air.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agung, IGN. (2009). *Time Series Data Analysis Using Eviews*. Singapura: John Wiley & Sons (Asia) Pte Ltd
- [2] Mohammed A., (2008). *Time Series Count Data Models : An Empirical Application to Traffic Accidents*, Journal Accident Analysis and Prevention
- [3] Tarno dkk. (2008) *Uji Stasioneritas Data Inflasi Dengan Phillips-Perron Test*. Media Statistika, Vol. 1, No. 1. 2008. Dapat diakses di:
http://ejournal.undip.ac.id/index.php/media_statistia/article/download/2630/2343. Diakses : 19 Maret 2014.
- [4] Wei, W.W.S. (1994). *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods*. Addison-Wesley Publishing Company, Inc. California.