

# FORUM MIPA

JURNAL PENELITIAN DAN KAJIAN ILMIAH MIPA

Vol. 6 No. 1 Desember 2009

**PENGARUH KONSENTRASI INFUSA KECAMBAH KACANG HIJAU  
(Phaseolus radiatus) TERHADAP KUALITAS NATA de SOYA**

Trianik Widyaningrum

**PRODUKSI ETANOL SUBSTRAT PATI GANYONG (Canna edulis Kerr.)  
SECARA FERMENTASI BERKESINAMBUNGAN DENGAN  
INOKULUM BERBEDA**

Hadi Sasongko

**UJI KOMPLEKSITAS ALGORITMA PENCARIAN INTERPOLASI  
SECARA EMPIRIK**

Imam Azhari

**FINITE STATE AUTOMATA UNTUK TRANSLITERASI HURUF LATIN  
KE JAWA**

Suprihatin

**EKSTRAKSI CIRI SINYAL EEG MENGGUNAKAN SPEKTRAL  
DAYA DAN WAVELET**

Bagus Haryadi

**UNJUK KERJA COMPUTED TOMOGRAPHY (CT)-SCAN OPTIK  
MENGGUNAKAN LASER DIODE 625 NM**

Margi Sasono

**EKSISTENSI KETUNG GALAN SOLUSI SEMIGROUP MASALAH NILAI  
AWAL/BATAS PERSAMAAN TELEGRAF BERDIMENSI SATU**

Bambang Hendriya Guswanto

**ANALISIS DERET WAKTU DALAM MEMODELKAN TEKanan ALIR PANAS  
BUMI PADA SUMUR PRODUKSI**

Jose Rizal

**FORUM MIPA**  
**JURNAL PENELITIAN DAN KAJIAN ILMIAH MIPA**

**Terbit 6 bulan sekali (Juni dan Desember)**  
**Diterbitkan sejak Juni 2002 oleh**  
**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**  
**Universitas Ahmad Dahlan**  
**Yogyakarta**

**Volume 6 Nomor 1, Desember 2009**

**DEWAN REDAKSI**

Pelindung : Rektor Universitas Ahmad Dahlan  
Penasehat : Dekan FMIPA  
Pemimpin Redaksi : Dr. Moh. Toifur  
Sekretaris : Arif Rachman, M.T.  
Bendahara : Sumargiyani, M.Pd.  
Redaksi pelaksana :  
- Dr. Dwi Suhartanti  
- Bagus Hariyadi, M.T.  
- Sugiarto, M.Si.  
- Imam Riyadi, M.Kom.

**REDAKSI AHLI**

Biologi : Prof. Dr. Sukarti (UGM)  
Fisika : Dr. Hariyadi (UAD)  
Matematika : Prof. Dr. Widodo (UGM)  
Sistem Informasi : Dr. Jazi Eko Istiyanto (UGM)  
Tata Letak Sampul : Imam Azhari  
Tata Usaha : Sugianto

**Alamat Redaksi:**

FMIPA Universitas Ahmad Dahlan  
Kampus III, Jalan Prof. Dr. Soepomo, S.H., Janturan Umbulharjo, Yogyakarta 55164  
Telepon (0274) 381 523, 379 418, Fax (0274) 564 604  
e-mail: [forummipa@uad.ac.id](mailto:forummipa@uad.ac.id)

**FORUM MIPA**  
**JURNAL PENELITIAN DAN KAJIAN ILMIAH MIPA**

**DAFTAR ISI**

Volume 6 Nomor 1, Desember 2009

**Biologi**

---

PENGARUH KONSENTRASI INFUSA KECAMBAH KACANG HIJAU  
(*Phaseolus radiatus*) TERHADAP KUALITAS NATA de SOYA. 1  
Trianik Widyaningrum

PRODUKSI ETANOL SUBSTRAT PATI GANYONG (*Canna edulis* Kerr.) SECARA  
FERMENTASI BERKESINAMBUNGAN DENGAN INOKULUM BERBEDA 11  
Hadi Sasongko

**Sistem Informasi**

---

UJI KOMPLEKSITAS ALGORITMA PENCARIAN INTERPOLASI SECARA EMPIRIK 19  
Imam Azhari

FINITE STATE AUTOMATA UNTUK TRANSLITERASI HURUF LATIN KE JAWA 25  
Suprihatin

**Fisika**

---

EKSTRAKSI CIRI SINYAL EEG MENGGUNAKAN SPEKTRAL DAYA DAN WAVELET 31  
Bagus Haryadi

UNJUK KERJA COMPUTED TOMOGRAPHY (CT)-SCAN OPTIK MENGGUNAKAN  
LASER DIODE 625 NM. 39  
Margi Sasono

**Matematika**

---

EKSISTENSI KETUNGGALAN SOLUSI SEMIGROUP MASALAH NILAI AWAL/BATAS  
PERSAMAAN TELEGRAF BERDIMENSI SATU. 45  
Bambang Hendriya Guswanto

ANALISIS DERET WAKTU DALAM MEMODELKAN TEKANAN ALIR PANAS BUMI  
PADA SUMUR PRODUKSI. 52  
Jose Rizal

## EDITORIAL

*Assalamu 'alaikum wr. wb.*

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah swt. Atas ijinNya jurnal Forum MIPA dapat terbit kembali setelah beberapa waktu terhenti. Adanya restrukturisasi tim pengelola ternyata membutuhkan waktu untuk memperoleh penyesuaian sampai dapat mapan sehingga dapat berjalan normal kembali.

Kami mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya atas kinerja yang telah dilakukan oleh pengurus Forum MIPA lama, Dr. HR. Oktova dkk., yang telah berhasil mengantarkan Forum MIPA sampai ke terbitan volume 6 No. 1. Untuk selanjutnya kami mohon doa restu dan dukungan dari kawan-kawan dan kolega, semoga kepengurusan yang baru dapat bekerja dengan lancar dan berkesinambungan. Terus terang kegiatan ini masih merupakan hal yang baru bagi kami namun kami sangat tertarik karena sangat menantang dan memiliki tujuan yang sangat mulia yaitu menghidup-hidupkan ilmu pengetahuan khususnya ke-MIPA-an. Untuk itu kami berusaha memberikan "sajian" yang sebaik mungkin sehingga memenuhi harapan pembaca. Untuk terbitan edisi ini, tidak lupa kami mengucapkan terimakasih kepada kontributor naskah atas partisipasinya mengisi jurnal ini semoga memberi manfaat kepada pembaca.

Pada edisi kali ini kami memuat 8 tulisan dari 4 bidang ilmu yaitu biologi, sistem informasi, fisika, dan matematika masing-masing 2 tulisan. Pada bidang biologi disampaikan topik pengaruh konsentrasi infusa kecambah kacang hijau terhadap kualitas nata de soya, serta upaya untuk mengoptimalkan produksi etanol melalui fermentasi berkesinambungan menggunakan dua inokulum yang berbeda. Pada bidang sistem informasi disampaikan topik suatu usaha untuk meningkatkan efisiensi algoritma pencarian interpolasi secara empirik, dan finite state automata merupakan graf berarah untuk transliterasi huruf latin ke huruf jawa. Pada bidang fisika disampaikan topik metode ekstraksi data ciri sinyal EEG menggunakan dengan dua cara yaitu spektral daya dan wavelet, serta unjuk kerja computed tomography (CT)-scan optik menggunakan laser diode 625 nm yang mampu menghasilkan jejak obyek dalam irisan dua dimensi. Pada bidang matematika disampaikan eksistensi ketunggalan solusi semigroup masalah nilai awal/batas persamaan telegraf berdimensi satu, serta analisis deret waktu untuk memodelkan tekanan alir panas bumi pada sumur produksi Kamojang -11.

Sekali lagi semoga memberi manfaat kepada pembaca.

*Wassalamu 'alaikum wr. wb.*

Moh. Toifur  
Redaktur

# ANALISIS DERET WAKTU DALAM MEMODELKAN TEKANAN ALIR PANAS BUMI PADA SUMUR PRODUKSI

Jose Rizal

Jurusan Matematika, FMIPA Universitas Bengkulu  
E-mail : [jose\\_mamora@unib.ac.id](mailto:jose_mamora@unib.ac.id) dan [j\\_rizal04@yahoo.com](mailto:j_rizal04@yahoo.com)

## ABSTRAK

Penerapan model deret waktu telah berkembang dengan pesat dalam memahami fenomena yang bersifat probabilistik. Makalah ini membahas peranan analisa deret waktu dalam memodelkan pola tekanan produksi Panas Bumi untuk satu sumur produksi melalui studi kasus pada data pengamatan tekanan alir KMJ-11. Substansi studi adalah pemodelan dan peramalan trend dari tekanan alir ketika sumur berproduksi menggunakan bantuan Software Minitab. Hasil studi menunjukkan bahwa data pengamatan KMJ-11 mengikuti model ARIMA(1,1,0) dengan modelnya adalah  $Z_t = 1,1887Z_{t-1} - 0,1887Z_{t-2} + a_t$ .

**Kata Kunci:** Panas Bumi, Tekanan Alir, dan Analisis Deret Waktu

## TIME SERIES ANALYSIS IN MODELLING THE PRESSURE OF FLOWING WATER OF THE HEAT OF EARTH IN THE PRODUCTION WELL

### ABSTRACT

Application of the time series model has quickly develop in understanding the probabilistically phenomena. The paper is discusse the role of time serie analysis in modelling the pattern of pressure of production of the heat of the earth for 1-production well through the cases study on the investigated data of flowing pressure KMJ-11. The substance of study is modelling and predicting the trend of the flowing pressure at the time the well in production stage, using Minitab software. The results show that invetigated data KMJ-11 follow the ARIMA(1,1,0) model in the form of  $Z_t = 1,1887Z_{t-1} - 0,1887Z_{t-2} + a_t$ .

**Keywords:** the heat of earth, flowing pressure, and time series analysis.

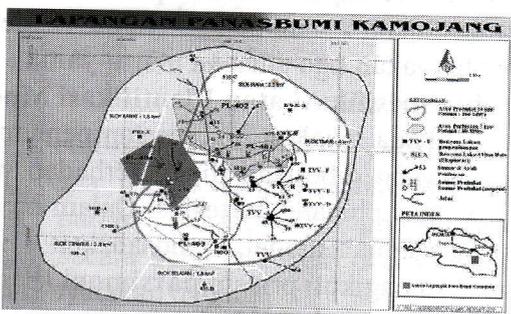
## I. PENDAHULUAN

Model dan pola arah tekanan alir pada berbagai kedalaman sangat diperlukan untuk: (i) memperkirakan "flashing zone", yaitu kedalaman dimana gelembung-gelembung uap mulai terbentuk, (ii) memperkirakan akan terjadinya "slug flow", dimana "slug flow" yang terjadi di dalam sumur maupun di pipa alir tidak dikehendaki karena akan menyebabkan aliran fluida dari sumur produksi menjadi berubah-ubah secara tidak beraturan, (iii) pembuatan kurva produksi pada berbagai tekanan kepala sumur, (iv) menghitung pengaruh ukuran lubang sumur terhadap kemampuan produksi sumur, dan (v) mengestimasi penurunan kemampuan produksi sumur karena penurunan tekanan reservoir (Saptaaji, 1997).

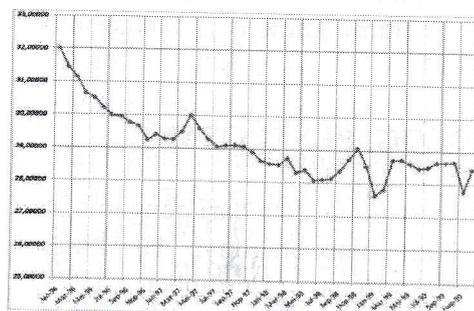
Lapangan panas bumi Kamojang terletak di Kabupaten Bandung Jawa Barat (Gambar 1) telah dilakukan pemboran sebanyak 76 sumur yang tersebar pada area seluas kurang lebih 14 km<sup>2</sup> (Akhyar dkk., 2005). Diperkirakan terdapat potensi panas bumi pada area seluas 7 km<sup>2</sup> pada bagian tepi yang dapat dimanfaatkan (gambar 1). Sebelum dilakukan eksplorasi dan pemboran sumur produksi, ahli-ahli panas bumi memerlukan suatu gambaran awal dari karakteristik reservoir guna menentukan kelayakan pengembangan dari kawasan

tersebut. Sampai saat ini, data informasi tentang parameter-parameter reservoir sangat terbatas, khususnya parameter tekanan alir.

Untuk mendapatkan deskripsi estimasi pola penyebaran tekanan alir untuk gambar 1, dilakukan penelitian terhadap kawasan eksplorasi menggunakan salah satu dari simulasi bersyarat, yakni Simulasi Annealing dan Statistik Spasial (Rizal, 2005). Kesimpulan dalam kajian tersebut memberikan beberapa kesimpulan, yaitu : (1) Simulasi Annealing mampu menggambarkan image dan kontur dari kawasan eksplorasi reservoir panas bumi dengan data yang terbatas, sehingga dapat di lihat kawasan-kawasan yang menghasilkan tekanan alir panas bumi yang optimal. (2) Simulasi Annealing dapat memberikan hasil yang valid dalam memberikan suatu gambaran karakteristik reservoir pada block Barat-Ciharus. Hal ini didasarkan pada hasil validasi simulasi Annealing pada parameter reservoir, dimana metode ini valid untuk digunakan dengan tingkat kepercayaan 95%. (3) Estimasi tekanan alir panas bumi maksimum pada block Barat-Ciharus dari simulasi Annealing berada pada koordinat (-22248m,1663.6m) dengan estimasi tekanan sebesar 31.85 ksc. Beberapa Output yang dihasilkan seperti yang ditampilkan pada gambar 3, dan telah melalui uji kecocokan model seperti yang ditampilkan pada gambar 4 dan 5.

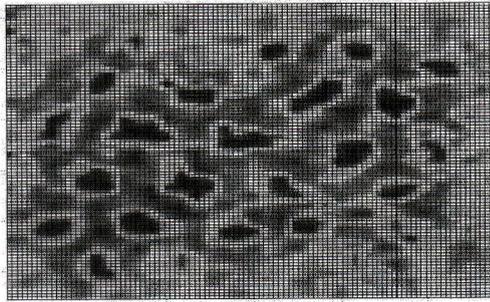


Gambar 1. Peta lapangan panas bumi

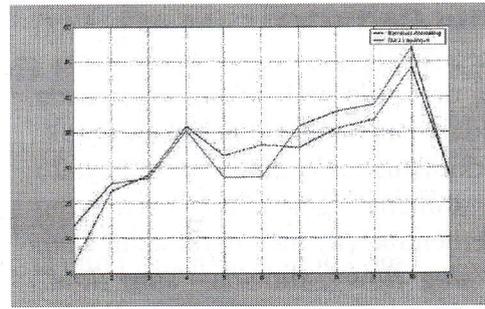


Gambar 2. Data Pengamatan Sumur KMJ-11

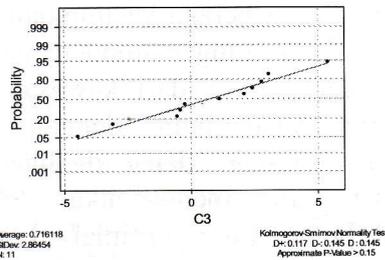
# ANALISIS DERET WAKTU DALAM MEMODELKAN TEKANAN ALIR PANAS BUMI PADA SUMUR PRODUKSI



Gambar 3. Image hasil simulasi Annealing  
Pengujian Kenormalan



Gambar 4. Plot data aktual dan simulasi Annealing



Gambar 5. Pengujian galat regresi

Hasil-hasil penelitian diatas baru menggambarkan deskripsi secara umum dari estimasi tekanan alir untuk semua lapangan produksi (data lapangan & data estimasi), tindak lanjut dari penelitian ini adalah bagaimana mendapatkan karakteristik dari variabilitas tekanan alir pada satu sumur produksi yang memiliki data pengamatan secara timeseris untuk tiap bulannya. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari dan mengaplikasikan Metode Analisis Deret Waktu dalam memodelkan tekanan alir sumur Panas Bumi pada sumur Produksi di Lapangan Panas Bumi Kamojang, Khususnya Sumur KMJ-11.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Dengan melihat struktur data dari pengamatan tekanan alir untuk tiap bulannya dari bulan Januari 1996 sampai Desember 1999, pendekatan model yang tepat digunakan adalah metode peramalan secara **probabilistik**. Dalam ilmu statistik terdapat metode-metode peramalan yang berbasis pada data historis. Salah satu alat statistik untuk

menganalisis data tersebut adalah menggunakan analisis deret waktu (*time series*).

Secara umum ada dua tujuan dari analisis deret waktu, yaitu untuk **memahami atau memodelkan mekanisme stokastik** yang dikembangkan dari suatu deret pengamatan dan **untuk memprediksi atau meramal nilai selanjutnya** dari suatu deret yang didasarkan pada kejadian masa lampau. Untuk mendapatkan model pendekatan dari model *time series* bukan suatu hal yang mudah, terdapat suatu prosedur dalam pembentukan model, yakni dengan menggunakan tiga tahapan utama yaitu:

### 1. Spesifikasi atau Identifikasi Model

Pada langkah ini, deretan pengamatan yang diberikan diplot terhadap waktu pada bidang kartesius. Dalam memilih suatu model, diusahakan untuk mengikuti prinsip **parsimoni** (hemat).

### 2. Pencocokan Model

Tahap pencocokan model terdiri dari tahap menemukan estimasi parameter-parameter yang tidak diketahui tersebut sebaik mungkin.

### 3. Diagnosa Model

Diagnosa model dapat dilakukan dengan menganalisa plot dari fungsi autokorelasi (ACF) dan fungsi partial autokorelasi (PACF).

#### A. Model Moving Average (MA) – BOX-Jenkins (Cryer, 1986), (Harvey, 1993); (Wei, 1994)

Dalam model *time series*, digunakan notasi  $\{Z_t\}$  yang menyatakan pengamatan *time series* pada saat  $t$  dan  $\{a_t\}$  yang menunjukkan deret *white noise* yang tak teramati, yakni suatu barisan peubah acak independen yang berdistribusi identik dengan mean nol. Proses *Moving Average* order  $q$  (MA( $q$ )) dinyatakan sebagai berikut:

$$Z_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q} \quad (1)$$

dimana  $\theta_i$   $i=1,2,L,q$  merupakan parameter *Moving Average* ke- $i$ . Memperhatikan model MA( $q$ ) pada persamaan (1) di atas, maka proses MA orde pertama, yang dinotasikan dengan MA(1) dapat ditulis sebagai

$$Z_t = a_t - \theta a_{t-1} \text{ dengan} \quad (2)$$

$$E[Z_t] = 0 \text{ dan } Var(Z_t) = \sigma_a^2(1 + \theta^2)$$

Perhatikan bahwa

$$Cov(Z_t, Z_{t-k}) = \begin{cases} -\theta \sigma_a^2 & , k = 1 \\ 0 & , k \geq 2 \end{cases} \quad (3)$$

Fungsi autokorelasi dari model MA(1) ini dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$\rho_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} = \begin{cases} -\theta & , k = 1 \\ 0 & , k \geq 2 \end{cases} \quad (4)$$

yang memiliki sifat penting, yakni *cut off* mulai pada lag 2. Dalam uraian mengenai fungsi partial autokorelasi untuk model MA(1), secara singkat PACF dari model ini dapat dinyatakan dengan

$$\phi_{kk} = \frac{-(\theta^k)(1 - \theta^2)}{1 - \theta^{2(k+1)}} \text{ untuk } k \geq 1 \quad (5)$$

Fungsi ini tidak pernah bernilai nol tetapi akan menurun secara eksponensial menuju nol.

#### B. Model Autoregressive (AR)

Proses *Autoregressive* order  $p$  (AR( $p$ )) dinyatakan sebagai berikut:

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + a_t \quad (6)$$

dimana  $\phi_j$   $j=1,2,L,p$  merupakan parameter autoregresif ke- $j$ . Proses *autoregressive* orde pertama, yang dinotasikan dengan AR(1) memenuhi persamaan

$$Z_t = \phi Z_{t-1} + a_t \quad (7)$$

dengan variansi

$$\gamma_0 = Var(Z_t) = \phi^2 \gamma_0 + \sigma_a^2 \Leftrightarrow \gamma_0 = \frac{\sigma_a^2}{1 - \phi^2} \quad (8)$$

dimana  $\phi^2 < 1$  atau  $|\phi| < 1$

dengan mengalikan suku  $Z_{t-k}$ , ( $k = 1, 2, \dots$ ) pada kedua ruas dari persamaan (7) dan mengambil nilai ekspektasinya maka akan diperoleh :

$$\gamma_k = \phi \gamma_{k-1} = \frac{\phi^k \sigma_a^2}{(1 - \phi^2)} \text{ untuk } k = 1, 2, \dots \quad (9)$$

dan fungsi autokorelasi (ACF) dari model AR(1) adalah

$$\rho_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} = \phi^k \text{ untuk } k = 0, 1, 2, \dots \quad (10)$$

Karena  $\phi^2 < 1$  atau  $|\phi| < 1$  maka fungsi autokorelasinya merupakan kurva yang menurun secara eksponensial (*exponentially decreasing*) untuk lag yang semakin besar. Jika  $0 < \phi < 1$  maka semua korelasinya positif, dan jika  $-1 < \phi < 0$  maka autokorelasi pada lag 1 akan negatif ( $\rho_1 = \phi$ ) dan pada autokorelasi berikutnya akan berganti antara positif dan negatif dan menurun secara eksponensial. Untuk model AR(1) ini, fungsi partial autokorelasi (PACF) akan bernilai

$$\phi_{kk} = 0 \text{ untuk semua } k > 1 \quad (11)$$

atau dengan kata lain, pada PACF model AR(1) terjadi *cut off* mulai lag 2.

**C. Model ARIMA**

Model ARMA merupakan gabungan dari model AR dan MA. Hal ini mungkin terjadi karena deret yang diamati diasumsikan sebagian merupakan model AR dan sebagian lagi model MA. Secara umum dapat ditulis

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \Lambda + \phi_p Z_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \Lambda - \theta_q a_{t-q} \quad (12)$$

Dari model di atas,  $\{Z_t\}$  dikatakan merupakan gabungan proses *autoregressive moving average* masing-masing order  $p$  dan  $q$ , yang biasa dinotasikan dengan ARMA( $p,q$ ). Secara khusus untuk  $p = 1$  dan  $q = 1$ , model ARMA(1,1) memiliki bentuk

$$Z_t = \phi Z_{t-1} + a_t - \theta a_{t-1} \quad (13)$$

Fungsi autokorelasi untuk model ini adalah

$$\rho_k = \frac{(1 - \theta\phi)(\phi - \theta)}{1 - 2\theta\phi + \theta^2} \phi^{k-1} \quad \text{untuk } k \geq 1 \quad (14)$$

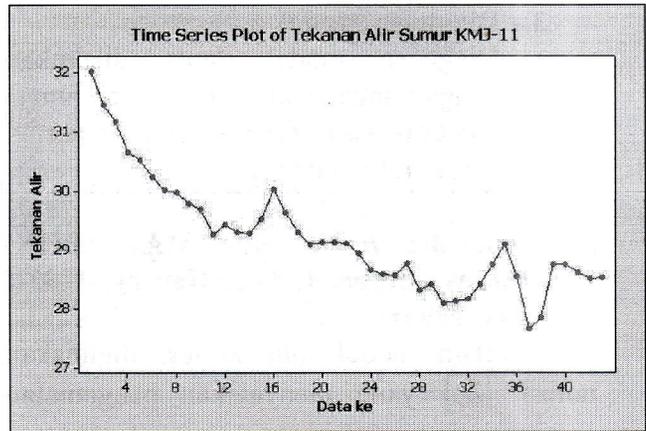
yang memiliki sifat penting, yakni fungsi menurun secara eksponensial untuk lag  $k$  yang semakin besar.

**III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

**A. Prosedur dan Hasil Penelitian**

Langkah-langkah pengidentifikasi model *time series* sebagai berikut:

1. Memplot data terhadap waktu, sebagaimana ditampilkan pada gambar 6.



**Gambar 6.** Plot Time Series Tekanan Air sumur KMJ-11

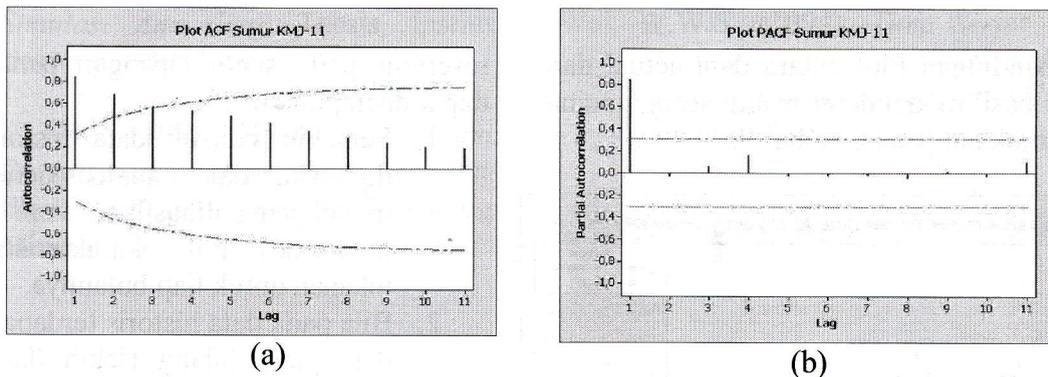
2. Memeriksa kevalidan dari data pengamatan

Pengujian dilakukan dengan memeriksa *missing value*. Bila ditemukan ada data pengamatan yang tidak memiliki nilai tekanan, perlu dilakukan interpolasi menggunakan data yang terletak di sekitar data yang hilang

3. Mengidentifikasi model melalui plot ACF dan PACF

Model *time series* dapat didiagnosa berdasarkan nilai ACF dan PACF, yaitu sebagai berikut:

	ACF	PACF
<b>AR(p)</b>	<i>Exponential decay</i>	<i>Cut off pada lag p</i>
<b>MA(q)</b>	<i>Cut off pada lag q</i>	<i>Exponential decay</i>
<b>ARMA(p,q)</b>	<i>Exponential decay mulai lag q</i>	<i>Exponential decay mulai lag p</i>



Gambar 7. Model interpolasi untuk menentukan kevalidan data tekanan pada Sumur KMJ-11. (a) Plot ACF, dan (b) PACF

4. Menentukan model deret waktu yang bersesuaian dengan hasil langkah 3

Dengan melihat karakteristik dari plot ACF dan PACF, yakni grafik dari ACF nya menurun secara eksponensial dan dari grafik PACF nya *cut off* pada lag 2, Model deret waktu yang sesuai dengan karakteristik hasil langkah 3 adalah AR.

5. Menaksir parameter

**ARIMA Model: Tekanan Alir**

Final Estimates of Parameters

Type	Coef	SE Coef	T	P
AR 1	0,1887	0,1554	1,21	0,232
Constant	-0,06911	0,04870	-1,42	0,164

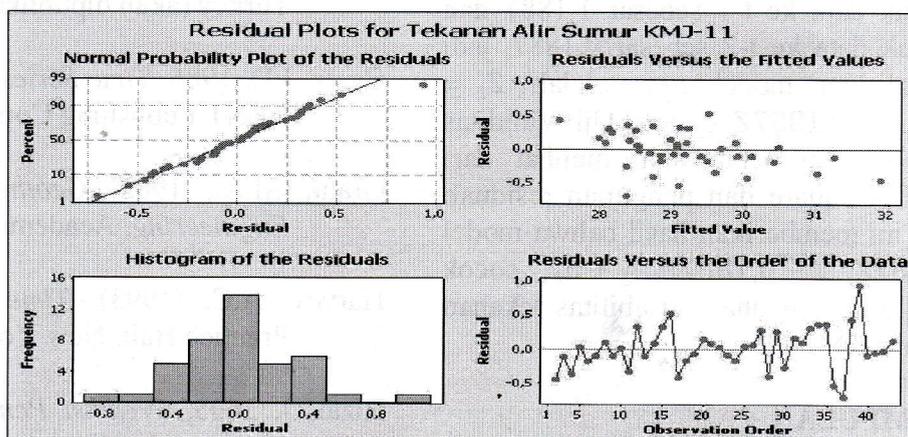
Differencing: 1 regular difference  
 Number of observations: Original series 43, after differencing 42  
 Residuals: SS = 3,98338 (backforecasts excluded)  
 MS = 0,09958 DF = 40

6. Uji Validitas Model

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic

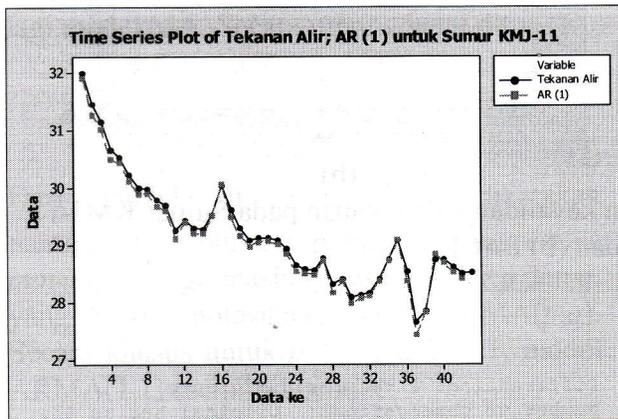
Lag	12	24	36	48
Chi-Square	10,2	23,2	29,7	*
DF	10	22	34	*
P-Value	0,420	0,389	0,678	*

Output Pengujian Residual tekanan air sumur KMJ-11 ditampilkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Plot residual tekanan air sumur KMJ-11 (a) probabilitas normal, (b) residual vs nilai tercocokkan, (c) histogram residual, dan (d) residual terhadap order data

7. Perbandingan Plot antara data actual dan data hasil model deret waktu sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Perbandingan plot antara data aktual dan data hasil model deret waktu

## B. Pembahasan

Berdasarkan hasil kajian yang telah dilakukan, data pengamatan memiliki karakteristik Plot ACF dan PACF nya adalah menurun secara eksponensial dan a cut off pada lag 2, hal ini mengindikasikan model yang sesuai untuk tekanan alir sumur KMJ-11 adalah Model Autoregressive orde 1 dengan diferensiasi sebanyak 1 (ARIMA 1,1,0). Estimasi parameter untuk model adalah untuk konstanta sebesar  $-0,06911$  dan koefisien bobot untuk data ke  $t-1$  sebesar  $1,1887$  dan bobot untuk data ke  $t-2$  sebesar  $0,1887$ , jadi dapat dituliskan model nya adalah  $Z_t = 1,1887Z_{t-1} - 0,1887Z_{t-2} + a_t$ . Uji Validitas dilakukan dengan pendekatan melihat dari nilai Uji Chi-Square dan pengujian residual. Kedua uji ini memberikan hasil bahwa model  $Z_t = 1,1887Z_{t-1} - 0,1887Z_{t-2} + a_t$  cocok digunakan untuk melihat variabilitas tekanan alir di sumur KMJ-11.

## IV. KESIMPULAN

Berkaitan dengan kemampuan simulasi Annealing dalam menghasilkan karakteristik

reservoir pada suatu lapangan panas bumi, dapat disimpulkan:

1. Semakin banyak data historis yang digunakan dalam analisis deret waktu, model yang dihasilkan akan semakin mendekati pola karakteristik nilai tekanan untuk tiap bulannya.
2. Bila pada data historis terdapat banyak data yang hilang (lebih dari 6 dan berturut-turut), maka pola data tidak dapat dimodelkan.
3. Bila pada data historis terdapat banyak data yang sama (identik) (lebih dari 6 dan berturut-turut), maka akan menghasilkan forecasting yang konstan.
4. Model deret waktu untuk tekanan alir Sumur KMJ-11 adalah  $Z_t = 1,1887Z_{t-1} - 0,1887Z_{t-2} + a_t$ .

## DAFTAR ACUAN

- Achyar, WeM.K., Hasibuan, A., Firman., Darmawan, W., Ashat, M. A., 2005. *Application of Modified Isochronal Test to Determine Output Curve of Wells at Kamojang Geothermal Field-West Java*, Proceedings World Geothermal Congress, Antalya, Turkey (akan dipublikasikan).
- Cryer, J.D. 1986. *Time Series Analysis*. PWS-KENT Publishing Company. Boston.
- Grant, M.A., 1982, *Geothermal Reservoir Engineering*, Academic Press. London
- Harvey, A.C. (1993). *Time Series Models*. Prentice Hall. New York.
- Rizal, J, 2005, *Prediksi Penempatan Sumur Baru pada Lapangan Panas Bumi Kamojang Menggunakan Metode*

*Simulasi Annealing*, Thesis, Institut Teknologi Bandung.

Saptadji, N.M., 1997, *Teknik PanasBumi*, Departemen Perminyakan, Fakultas Ilmu Kebumihan dan Teknologi Mineral ITB

Wei, W.W.S. (1994). *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods*. Addison-Wesley Publishing Company, Inc. California.

## PEDOMAN UNTUK PENULIS

1. Naskah merupakan hasil penelitian dalam lingkup ilmu-ilmu biologi, matematika, fisika, dan ilmu komputer, baik eksperimental maupun teoretis.
2. Naskah merupakan hasil karya asli yang belum pernah dipublikasikan.
3. Naskah diketik satu kolom dengan kertas ukuran kuarto (A4) spasi 1,5 dengan jenis huruf Times New Roman ukuran 12pt (termasuk abstrak), maksimum 20 halaman.
4. Naskah dikirimkan dalam bentuk file MS-Word ( .doc) disertai dua eksemplar naskah tercetak dan biodata. File dapat pula dikirimkan melalui e-mail : forummipa@gmail.com
5. Naskah yang berupa hasil penelitian disusun dengan sistematika: (1) Judul, (2) Nama penulis, (3) Nama lembaga, (4) Abstrak, Kata-kata kunci (minimal 3) (5) Pendahuluan, (6) Tinjauan Pustaka (Dasar Teori), (7) Metode Penelitian, (8) Hasil dan Pembahasan, (9) Ucapan Terima Kasih (jika ada), (10) Kesimpulan dan Saran, (11) Daftar Acuan.  
Sistematika naskah yang berupa kajian pustaka setidaknya meliputi: (1) Judul, (2) Nama (nama-nama) penulis, (3) Nama (nama-nama) lembaga, (4) Abstrak, Kata-kata kunci (minimal 3), (5) Abstract, Keywords, (6) Pendahuluan, (7) Ucapan Terima Kasih (jika ada), (8) Kesimpulan dan Saran, (9) Daftar Acuan.
6. Kata-kata dari bahasa asing atau bahasa daerah sedapat mungkin diindonesiakan, dan yang belum mengindonesia ditulis dengan huruf miring (*italic*), misal: *fuzzy*, *file*, *rank*, frekuensi *refresh*, dsb. Sesuai ucapannya, kata-kata berikut dipandang sudah mengindonesia jika berdiri sendiri: server, printer, linear, dsb. Lambang besaran atau variabel ditulis miring, misalnya  $v$  untuk kelajuan,  $N$  untuk cacah sampel, dsb.
7. Acuan pada suatu pustaka dalam bagian isi naskah dicantumkan dalam tanda kurung dengan urutan: penulis, tahun, nomor halaman, misal: (Fayans, 1998), (Taiz dan Tiger, 1991:210). Jika nama penulis lebih dari dua, acuan dalam bagian isi naskah cukup menggunakan dkk., misal: (Borzov dkk., 1996). Jika pustaka yang berupa buku diacu beberapa kali pada bagian buku yang berbeda, acuan dalam bagian isi naskah harus mencantumkan halaman, misal: (Ring dan Schuck, 2000:101), (Ring dan Schuck, 2000:37).
8. Daftar acuan ditulis sesuai urutan abjad nama penulis, dengan ketentuan:
  - (a) Untuk buku: nama pokok (nama keluarga), singkatan nama awal penulis, tahun terbit, judul, jilid, edisi, tempat penerbit, nama penerbit, misal:  
Bevington, P. R., 1969, *Data Reduction and Error Analysis for the Physical Sciences*, New York: McGraw-Hill.
  - (b) Untuk tulisan dalam buku: nama pokok (nama keluarga), singkatan nama awal penulis, tahun, judul tulisan, nama editor: judul buku, halaman permulaan dan akhir tulisan, tempat penerbit, nama penerbit, misal:  
Nesbet, R. K., 1966, "Applications of The Matrix Hartree-Fock Method to Problems in Nuclear structure", dalam Alder, Berni dkk. (ed.), *Methods in Computational Physics: advances in research and applications*, 127 – 150, New York: Academic Press.
  - (c) Untuk tulisan dalam majalah/jurnal: nama pokok (nama keluarga), singkatan nama awal penulis (jika jumlahnya melebihi 4 orang, cukup nama penulis pertama diikuti dengan dkk.), tahun, judul tulisan, nama majalah/jurnal, volume (nomor), halaman permulaan dan akhir tulisan, misal:  
Comer, D., 1979, "The Ubiquitous B-Tree", *Comp. Surv.* **11** (2), 121 – 137.  
Degnan, B. A., dan Macfarlane, G. ., 1993, "Transport and metabolism of glucose and arabinose in *Bifidobacterium breve*", *Arch. Microbiol.* **160**, 144 - 151.  
Nomor volume ditulis dengan huruf tebal (*bold*).
  - (d) Untuk tulisan dalam prosiding pertemuan ilmiah: nama pokok (nama keluarga), singkatan nama awal penulis, tahun, judul tulisan, nama editor, judul prosiding (jika ada) dengan huruf miring, nama penyelenggara dan tempat pertemuan, halaman permulaan dan akhir tulisan, misal:  
Ito, K., dan Kappel, F., 1995, "The Trotter-Kato Theorem and Approximation of Abstract Cauchy Problems", dalam Subanar dkk. (ed.), *Proceedings of The Mathematical Analysis and Statistics Conference Yogyakarta 1995, Part A: Theory and Methods*, SEAMS-GMU, Gadjah Mada University Yogyakarta, 50 – 58.