

IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA UNTUK MINIMASI GALAT PADA METODE PERAMALAN ARIMA

Muhammad Abdurrahman Baraja⁽¹⁾, Wiwik Anggraeni⁽²⁾

^(1,2)Sistem Informasi, Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Kampus ITS, Sukolilo, Surabaya, 60111
Telp : (031) 5994251-54, Fax : -
E-mail : muhammadab1091@gmail.com⁽¹⁾, wiwik@is.its.ac.id⁽²⁾

Abstrak

Pada peramalan terdapat sebuah ketidakpastian atau error karena sifat peramalan yang masih perkiraan sementara. Maka dari itu dari semua metode peramalan ada beberapa pilihan metode peramalan yang dapat digunakan dengan kesalahan peramalan yang rendah, salah satunya adalah ARIMA. Metode peramalan tersebut terdapat sebuah ketidakpastian dalam proses penentuan parameter metode ARIMA. Kombinasi nilai pada parameter tersebut haruslah dicoba terus-menerus hingga didapatkan nilai peramalan yang optimal. Berangkat dari permasalahan tersebut, maka dibuatlah semacam sistem pendukung dari proses ARIMA itu sendiri yang otomatis dalam menentukan parameter untuk sebuah data secara optimal dengan menggunakan Algoritma Genetika. Hasil dari penelitian ini berupa sebuah sistem yang dapat menentukan nilai parameter pada metode peramalan ARIMA secara optimal yang mana hasil tersebut akan digunakan dalam penentuan produksi oleh perusahaan tersebut. Sehingga sistem tersebut dapat menunjang dalam peramalan pada perusahaan berdasarkan pola data yang sudah ada dengan optimal.

Kata kunci: ARIMA, Parameter, Peramalan, Algoritma Genetika, Error

Abstract

Uncertainty or forecasting error due to the nature of which is still hypothesis. Therefore from all methods of forecasting there are several options forecasting methods that can be used with a low forecasting errors, one of them is ARIMA. The forecasting method there is an uncertainty in the process of determining the parameters of ARIMA method. The combination of value in the parameter must be tested continuously to obtain the optimal forecasting value. Departing from these problems, then made some sort of support system of ARIMA process itself is automatic in determining the parameters for an optimal data using Genetic Algorithms. Results from this study in the form of a system that can determine the value of a parameter in an optimal ARIMA forecasting method in which these results will be used in determining the production by these companies. So that the system can support in forecasting the company based on the pattern of existing data to the optimum.

Keywords: ARIMA, Parameter, Forecasting, Genetic Algorithm, Error

1. PENDAHULUAN

Permintaan produk di perusahaan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu jumlah penduduk dan pendapatan per kapita. Sedangkan permasalahan yang dihadapi adalah permintaan yang tidak menentu sehingga seringkali terjadi kesalahan dalam penentuan jumlah produksi. Berdasarkan permasalahan diatas, pemecahan masalah yang ditawarkan adalah dengan menggunakan peramalan dengan metode ARIMA.

Metode ini dipilih karena dapat digunakan untuk menganalisis situasi yang acak, tren, musim bahkan sifat siklis. Tetapi ada sebuah ketidakpastian dalam proses peramalannya yaitu terletak pada penentuan p, d, dan q yang merupakan parameter dari metode ARIMA yang akan digunakan sebagai solusi permasalahan diatas. Untuk mengatasi hal tersebut, maka Algoritma Genetika dapat dijadikan solusi dari permasalahan pencarian parameter tersebut. Algoritma Genetika dipilih karena dapat menemukan hasil terbaik dari semua kemungkinan percobaan pencarian parameter. Atas dasar kelebihan-kelebihan serta faktor-faktor yang mempengaruhi dari pola data pada sebuah perusahaan, maka dalam penelitian ini Algoritma Genetika tersebut digunakan sebagai solusi untuk memecahkan masalah optimalisasi nilai parameter pada metode ARIMA.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Bagian Tinjauan Pustaka pada penelitian ini berisi teori yang digunakan sebagai acuan dalam pengerjaan penelitian.

ARIMA

Metode *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)* merupakan metode peramalan yang digunakan untuk menyelesaikan data non-musiman. Metode ini hanya memiliki satu bagian parameter, yaitu bagian parameter tidak musiman. Model ARIMA terdiri dari model *autoregressive* dan model *moving average* (1).

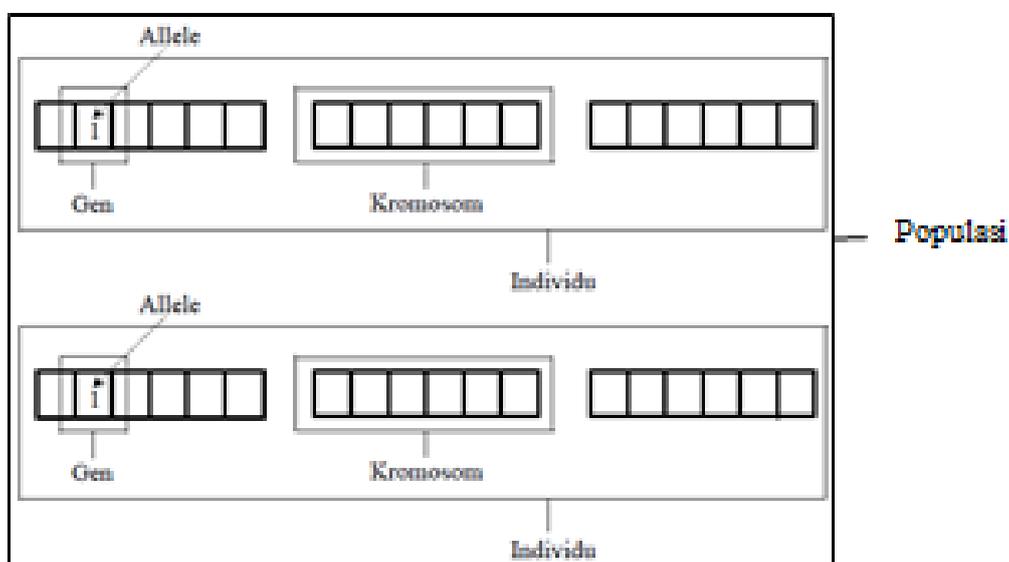
Teknik analisis data dengan metode ARIMA dilakukan karena merupakan teknik untuk mencari pola yang paling cocok dari sekelompok data (*curve fitting*), dengan demikian ARIMA memanfaatkan sepenuhnya data masa lalu dan sekarang untuk melakukan peramalan jangka pendek yang akurat (2). ARIMA seringkali ditulis sebagai ARIMA (p,d,q) yang memiliki arti bahwa p (AR) adalah orde koefisien autokorelasi, d adalah orde / jumlah diferensiasi yang dilakukan (hanya digunakan apabila data bersifat non-stasioner) dan q (MA) adalah orde dalam koefisien rata-rata bergerak (*moving average*) (3).

Algoritma Genetika

Algoritma genetika adalah suatu algoritma pencarian (*searching*) stokastik berdasarkan cara kerja melalui mekanisme seleksi alam dan genetik. Tujuannya untuk menentukan struktur-struktur yang disebut individu yang berkualitas tinggi di dalam suatu domain yang disebut populasi untuk mendapatkan solusi suatu persoalan (4).

Pada algoritma ini, teknik pencarian dilakukan sekaligus atas sejumlah solusi yang mungkin yang dikenal dengan istilah *populasi*. Masing-masing individu di dalam populasi disebut *kromosom*, yang merepresentasikan suatu penyelesaian terhadap masalah yang sedang ditangani. Sebuah kromosom berisi sejumlah *gen*, yang mengkodekan informasi yang disimpan di dalam kromosom. Sebuah kromosom berkembang biak melalui berbagai iterasi yang berulang-ulang yang disebut *generasi*. Pada setiap generasi, kromosom-kromosom yang dihasilkan akan dievaluasi menggunakan suatu pengukuran, *fitness* (5).

Pencarian dengan metode algoritma genetika ini menggunakan dua langkah yaitu kawin silang (*crossover*) dan mutasi (*mutation*). Kawin silang merupakan operator dari algoritma genetika yang melibatkan dua induk untuk membentuk kromosom baru. Kawin silang menghasilkan titik baru dalam ruang pencarian yang siap untuk diuji. Sedangkan mutasi berperan menggantikan gen yang hilang akibat proses seleksi yang memungkinkan munculnya kembali gen yang tidak muncul pada inisialisasi populasi (6). Berikut ini konsep dari algoritma genetika ditampilkan pada gambar 1.



Gambar 1 Ilustrasi Representasi Algoritma Genetika (6)

MAPE

MAPE mengukur *error* mutlak sebagai prosentase, bukan tiap periodenya melainkan dari nilai aktual. Nilai yang dihasilkan melalui evaluasi ini, menunjukkan kemampuan peramalan seperti yang ditunjukkan dalam kriteria MAPE pada tabel 1 berikut ini

Tabel 1 Kriteria MAPE (7)

MAPE	Pengertian
<10 %	Kemampuan peramalan sangat baik
10% - 20%	Kemampuan peramalan baik
20% - 50%	Kemampuan peramalan cukup
>50%	Kemampuan peramalan buruk

3. METODE PENELITIAN

Permasalahan pada penelitian ini akan diselesaikan dengan metode berikut ini:

Identifikasi Masalah dan Pencarian Data

Pada tahapan ini dilakukan pengkajian terhadap permasalahan yang akan diangkat, bagaimana masalah dirumuskan, tujuan dan manfaat dari penelitian yang dilakukan dan juga pencarian data yang bersifat seasonal. Sehingga akan diketahui apa saja yang diharapkan dari hasil penelitian penelitian ini.

ARIMA 1

Pada bagian ini akan dilakukan langkah dari ARIMA tetapi hanya terbatas sampai tahap pencarian p, d, q yaitu pada tahap estimasi parameter. Pertama dirumuskan model-model umum yang mana pada tahapan ini dilakukan pengkajian permasalahan yang diangkat dan pengelompokan model-model yang nantinya akan digunakan dalam pengujian, serta dilakukan identifikasi terhadap pola data dan kestasioneran data. Kedua, penetapan model untuk sementara dilakukan. Dan ketiga, pada tahap estimasi parameter ini dilakukan dengan melihat perilaku dari plot *Autocorrelation Function* (ACF) dan plot *Partial Autocorrelation Function* (PACF) dari deret data berkala.

Pembentukan Populasi Awal

Menggunakan teknik random generator yang dalam tahap ini akan melibatkan bilangan random untuk nilai setiap gen sesuai dengan representasi kromosom yang digunakan.

Pengecekan MAPE dan RMSE

Pada tahap ini akan dilakukan pengecekan terhadap besarnya MAPE. Jika MAPE yang ada memiliki nilai yang besar dan diatas batas, maka akan melakukan tahap pencarian p, d, q lagi hingga ditemukan kombinasi yang optimal.

Seleksi Individu

Pada tahap ini akan ditentukan individu-individu mana saja yang terpilih untuk proses kain silang/*cross-over* dan mutasi. Langkah yang dilakukan dalam pemilihan ini adalah pencarian nilai fitness. Nilai fitness ini akan digunakan pada tahap-tahap seleksi berikutnya.

Reproduksi Kawin Silang dan Mutasi

Setelah proses seleksi maka proses selanjutnya adalah proses *crossover*. Metode yang digunakan salah satunya adalah banyak titik, yaitu memilih secara acak beberapa posisi dalam kromosom induk kemudian saling menukar gen. Sedangkan proses mutasi dilakukan dengan cara mengganti satu gen yang terpilih secara acak dengan suatu nilai baru yang didapat secara acak.

Populasi Baru

Pada tahap ini telah ditemukan populasi yang baru berdasarkan langkah-langkah sebelumnya. Hasil ini akan dibandingkan di RMSE. Sehingga jika RMSE belum maksimal, maka sistem akan mengulang lagi dalam mekombinasikan angka dari p, d, q.

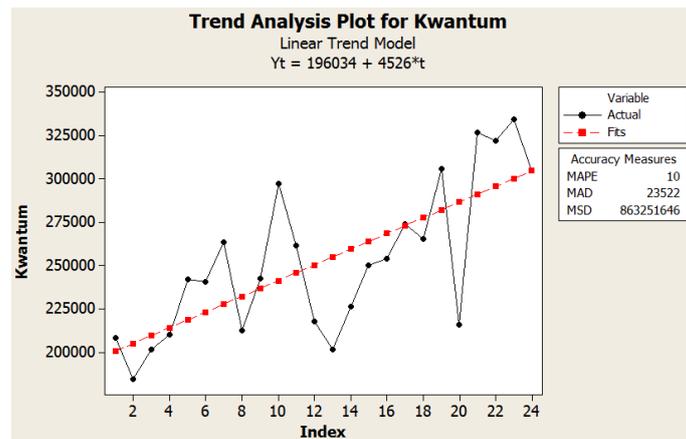
4. MODEL DAN IMPLEMENTASI

Berikut ini akan dijelaskan mengenai desain dan implementasi model peramalan yang disusun sesuai dengan langkah-langkah yang telah dicantumkan pada bab sebelumnya.

Perancangan Model

Sistem yang akan dibangun pada penelitian kali ini adalah penyempurnaan dari sistem yang telah ada yaitu metode peramalan Arima dengan pencarian parameter dalam metode tersebut yang masih manual dan untuk menyelesaikan permasalahan pada studi kasus penelitian ini, yaitu sebuah sistem yang dapat membantu mencari kombinasi parameter-parameter dari metode Arima menggunakan metode Algoritma Genetika.

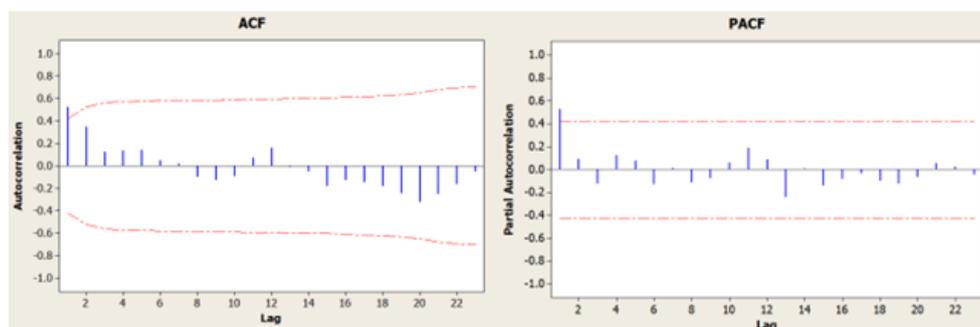
Setelah dilihat pola datanya perlu dilihat juga bentuk trend yang ada pada data tersebut. Trend data disini berfungsi untuk mengetahui apakah hasil produksi selama dua tahun itu meningkat atau stasioner atau bahkan menurun. Berikut ini grafik gambar 2 yang menunjukkan hasil trend naik.



Gambar 2 Pola data dalam satu bulan

Estimasi Parameter Sementara

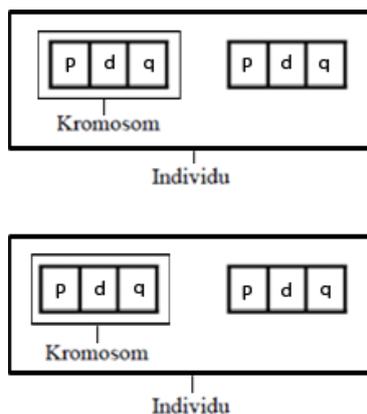
Estimasi parameter sementara, dilakukan dengan bantuan minitab yang menghasilkan diagram grafik *Autocorrelation* (ACF) yang dan *Partial Autocorrelation* (PACF) yang ditampilkan pada gambar 3. Dan ini juga yang merupakan dasar dari peneliti dalam menentukan nilai parameter p, d, dan q.



Gambar 3 ACF dan PACF

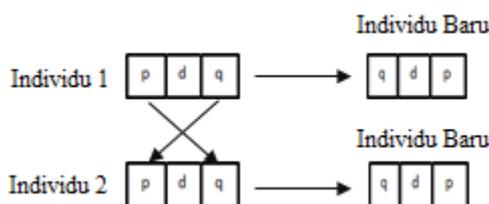
Algoritma Genetika

Setelah data terkumpul, maka tahap selanjutnya adalah memulai untuk melakukan metode Algoritma Genetika. Dimulai dengan membentuk populasi awal yang berupa kombinasi dari 3 variabel yaitu p, d, dan q yang selanjutnya disebut sebagai gen dengan nilai masing-masing adalah p = 0-3, d = 0-2, dan q = 0-3.



Gambar 4 Ilustrasi Bagian GA pada Sistem (6)

Selanjutnya adalah melakukan kawin silang pada populasi awal yang telah dibentuk. Setelah pengambilan individu dilakukan, selanjutnya sistem akan melakukan pemecahan individu menjadi gen-gen yang nantinya gen tersebut akan diambil untuk dikawin silang atau ditukar dengan gen dari individu lain. Pada proses ini, sistem menggunakan metode *multi point cross over*. Cara kerja dari metode ini pada sistem adalah nilai “p” pada individu pertama akan ditukar dengan nilai “q” pada individu kedua dan nilai “q” pada individu pertama akan ditukar dengan “p” individu kedua. Sehingga jika digambar dengan ilustrasi sederhana pada gambar 5 adalah sebagai berikut.



Gambar 5 Ilustrasi Kawin Silang

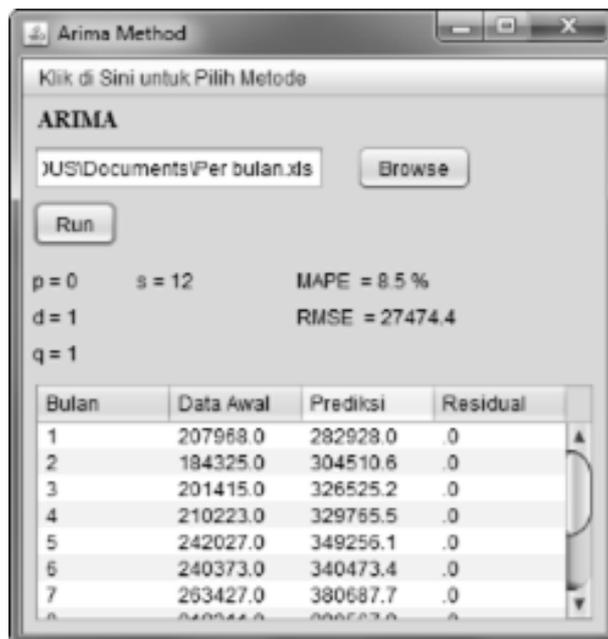
Setelah proses kawin silang dilakukan, pada tahap selanjutnya sistem akan melakukan mutasi pada individu baru yang disebut sebagai anak. Sistem melakukan mutasi dengan penukaran nilai antar individu baru.

Akurasi Hasil

Hasil dari kawin silang dan mutasi yang telah dilakukan di atas akan menjadi inputan bagi metode peramalan Arima. Pada akhirnya, individu-individu baru akan dicoba satu-persatu ke dalam rumus dari metode peramalan Arima sebagai inputan untuk parameter *non-seasonal* p, d, q. Kemudian sistem akan membandingkan, individu mana yang memiliki tingkat galat paling rendah melalui MAPE dan RMSE dari peramalan dengan metode tersebut.

5. ANALISIS HASIL

Tahapan selanjutnya adalah melakukan uji coba verifikasi dan validasi sistem. Untuk memastikan tidak ada *error* pada program yang telah dibuat maka perlu dilakukan uji coba dan verifikasi. Terdapat beberapa langkah untuk melakukan verifikasi. Langkah pertama yaitu dengan melihat program yang telah dibuat, apakah terdapat kesalahan yang ditandai dengan *error*. Apabila tidak terdapat *error* pada program maka langkah selanjutnya adalah melakukan proses *running* untuk mengetahui hasil yang dikeluarkan program. Gambar 6 merupakan tampilan hasil program.



Gambar 6 Nilai Keluaran Program

Setelah program jalan, maka dilakukan uji coba validasi sistem yang dibangun dengan Minitab. Tahap selanjutnya adalah dengan melihat pada pola ACF dan PACF pada gambar 4. Hipotesis awal yang dapat diberikan berdasarkan teori yang ada adalah ACF menunjukkan muncul spike dan mengalami penurunan secara eksponensial atau *dies down* dan terpotong pada lag pertama. Selanjutnya grafik ACF tersebut membentuk pola sinus. Sehingga dapat diartikan bahwa data tersebut memiliki nilai MA (q) dengan nilai 1 karena terpotong pada lag pertama.

Sedangkan pada PACF menunjukkan bahwa menunjukkan bahwa *cut off* pada lag pertama seperti halnya ACF dan juga mengalami penurunan secara eksponensial atau *dies down*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai parameter AR dan MA pada studi kasus ini berkisar antara 1 dan 2. Tetapi tidak menutup kemungkinan bahwa nilai parameter yang digunakan pada studi kasus ini diluar perkiraan tersebut.

Dari percobaan pada Minitab ternyata didapatkan hasil seperti yang ada pada perkiraan sementara. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai $p=0$, $d=1$, $q=1$, dan $s=12$. Hasil tersebut dapat dilihat pada bagian *p-value* yang nilainya sudah melebihi nilai 0.05 ($p\text{-value} > \alpha$).

Ada beberapa kemungkinan model parameter yang diajukan yaitu $(0\ 1\ 1)_{12}$, $(1\ 1\ 1)_{12}$, dan $(1\ 1\ 0)_{12}$. Semua angka tersebut dipilih berdasarkan kesimpulan dari grafik ACF dan PACF serta beberapa percobaan yang tidak memiliki hasil atau *error*. Sehingga dari ketiga dugaan tersebut didapatkan hasil yang paling memungkinkan adalah parameter ke-tiga yaitu $(0\ 1\ 1)_{12}$. Berikut gambar 7 adalah hasil Ljung Box dari dugaan sementara model peramalan yang terbaik.

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

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	12.2	*	*	*
DF	10	*	*	*
P-Value	0.272	*	*	*

Gambar 7 Hasil Uji Ljung-Box Arima $(0\ 1\ 1)_{12}$

Adapun hasil dari metode Arima menggunakan Minitab yaitu ditunjukkan pada gambar 8 berikut ini.

P-Value 0.119 0.925 * *

Forecasts from period 96

Period	Forecast	95% Limits		Actual
		Lower	Upper	
97	17204	15688	18721	
98	19199	18634	19463	
99	366750	362433	371067	
100	505852	499675	512028	
101	788678	786988	804368	
102	1169783	1157481	1182086	
103	1564909	1548922	1580896	
104	1955247	1934977	1975517	
105	2458254	2433090	2483417	
106	3032544	3001532	3063556	
107	3834862	3797180	3872544	
108	4618112	4573508	4662716	

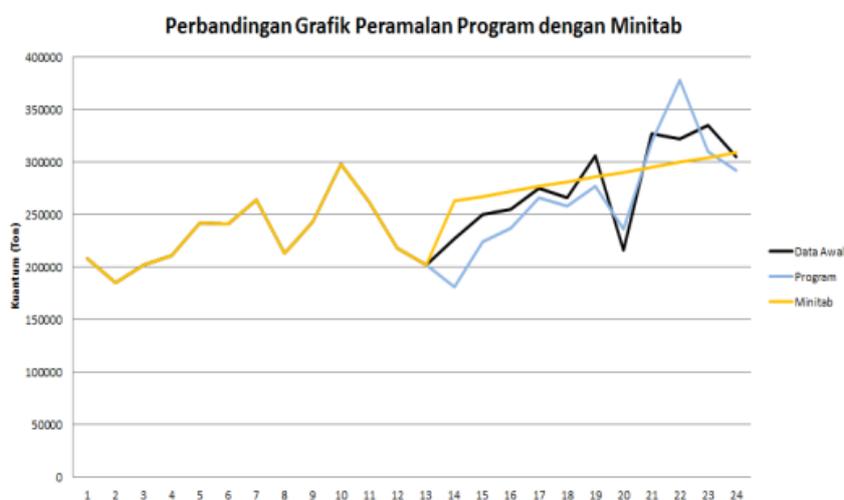
Gambar 8 Hasil Peramalan pada Minitab

Dari model tersebut dengan menggunakan Minitab, ternyata tidak dapat menampilkan peramalan periode-periode sebelumnya dan hanya dapat menampilkan peramalan pada periode setelahnya. Ini dapat dimungkinkan karena pola data yang sangat drastis. Sehingga menyebabkan Minitab tidak dapat menemukan hasil peramalan untuk periode-periode sebelumnya.

Begitu pula yang terjadi pada sistem yang dibangun dengan java. Sistem tidak dapat menampilkan hasil dari penghitungan peramalan periode-periode sebelumnya dan hanya dapat menampilkan peramalan pada periode setelahnya. Hal ini juga akan berdampak pada penghitungan akurasi, dimana untuk melihat MAPE dan RMSE sebuah hasil peramalan dibutuhkan prediksi dari periode sebelumnya.

Dengan menggunakan metode ARIMA didapatkan hasil MAPE dari Minitab adalah sebesar 9% dan RMSE sebesar 30910,06. Sedangkan untuk program java yang dibangun memiliki nilai MAPE yang lebih kecil yaitu 8.5% dan juga RMSE yang lebih kecil juga sebesar 27474,4. Hasil pada program java ditampilkan pada gambar 6.

Dengan melakukan percobaan kemungkinan sebanyak 48 kali kawin silang dan mutasi yang dilakukan secara otomatis menggunakan program java dapat diketahui bahwa nilai akurasi dari program yang dibangun tersebut lebih baik dikarenakan pada program java tersebut sistem mampu menghasilkan nilai prediksi yang lebih mendekati nilai data aktual dibandingkan dengan nilai prediksi yang dihasilkan dari Minitab. Hal ini dapat dilihat pada gambar 9 perbandingan grafik hasil proses peramalan program Minitab dan program Java.



Gambar 9 Grafik Perbandingan hasil Peramalan

6. KESIMPULAN

Berdasarkan proses – proses pengerjaan penelitian yang telah diselesaikan ini maka terdapat beberapa kesimpulan yang dapat diambil, diantaranya adalah:

1. Dengan data yang bersifat non-musiman atau ARIMA kombinasi parameter yang paling optimal adalah ar (p) = 0, difference (d) = 1, dan ma (q) = 1. Pada proses implementasi model ARIMA
2. Pada proses implementasi model ARIMA menggunakan Java menghasilkan peramalan dengan tingkat akurasi yang sangat baik yaitu nilai MAPE sebesar 8.5% dan RMSE sebesar 27474.42.
3. Metode Algoritma Genetika yang digunakan sebagai alat optimasi memiliki kemampuan secara otomatis dalam menemukan parameter dari metode peramalan ARIMA dibandingkan dengan Minitab yang perlu menginputkan parameter secara manual.

7. REFERENCES

- (1) Munawaroh AN. PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG PADA PT. ANGKASA PURA I (PERSERO) KANTOR CABANG BANDAR UDARA INTERNASIONAL ADI SUTJIPTO YOGYAKARTA DENGAN METODE WINTER'S EXPONENTIAL SMOOTHING DAN SEASONAL ARIMA Yogyakarta: UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA; 2010.
- (2) Hanke JE, Wichern DW. Business Forecasting (9th Edition). In. New Jersey: Inc. Pearson Prentice-Hall; 2009.
- (3) H, S. Peramalan Bisnis: PT Gramedia Pustaka Utama; 2000.
- (4) Pandjaitan LW. Dasar-Dasar Komputasi Cerdas Yogyakarta: Andi Offset; 2002.
- (5) Fadlisyah d. Algoritma Genetik Yogyakarta: Graha Ilmu; 2009.
- (6) Entin MK. lecturer.eepis-its.edu. [Online].; 2007 [cited 2014 March 25. Available from: <http://lecturer.eepis-its.edu/~entin/Kecerdasan%20Buatan/Buku/Bab%207%20Algoritma%20Genetika.pdf>.
- (7) Chang PC, Wang YW, Liu CH. The development of a weighted evolving fuzzy neural. Expert Systems with Applications; 2007.