

APLIKASI ALGORITMA GENETIKA UNTUK MERAMALKAN KONSUMSI PREMIUM KOTA DENPASAR

Victor Mallang¹, Ketut Jayanegara^{§2}, Made Asih³, I Putu Eka N. Kencana⁴

¹ Jurusan Matematika, Fakultas MIPA – Universitas Udayana [Email: victormallang@gmail.com]

² Jurusan Matematika, Fakultas MIPA – Universitas Udayana [Email: ketut_jayanegara@yahoo.com]

³ Jurusan Matematika, Fakultas MIPA – Universitas Udayana [Email: asihmath77@gmail.com]

⁴ Jurusan Matematika, Fakultas MIPA – Universitas Udayana [Email: i.putu.enk@gmail.com]

[§]Corresponding Author

ABSTRACT

This research aimed to forecast the gasoline demand at Denpasar using genetic algorithm method. This algorithm was selected because of easy to implement and its ability to find acceptable solution quickly. This algorithm works by searching the best individu according to fitness function defined. The series data used in the research were 60 observations of monthly gasoline demand at Denpasar for period January 2009 through December 2013. By observing the Partial Autocorrelation Function (PACF) plot, we found the last lag before the series become stationer was sixth lag. Based on this finding, we decided the best individu was represented by six genes. This individu, in addition, was used to make in-sample forecasting. The forecasted data had mean absolute error (MAE) as much as 553,27 kiloliters. For one semester out-of sample forecast, we found gasoline consumption fluctuated with lowest and highest consumption were for February 2014 and June 2014, respectively.

Keywords: forecasting, gasoline demand, genetic algorithm, MAE

1. PENDAHULUAN

Berbagai teknik peramalan data runtun waktu senantiasa berkembang seiring dengan kebutuhan yang meningkat terhadap keakuratan hasil peramalan yang diperoleh. Secara umum, teknik peramalan data runtun waktu bisa diklasifikasikan ke dalam kelompok teknik peramalan statistika dan kelompok teknik peramalan non-statistika. Model-model *moving average*, pemulus eksponensial dan berbagai varian dari *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)* tergolong ke dalam kelompok pertama; dan *fuzzy time series (FTS)* serta algoritma genetika tergolong ke dalam kelompok kedua yang juga dikenal sebagai *soft modeling technology* [1].

Sebagai sebuah metode peramalan dalam kelompok *soft modeling*, algoritma genetika merupakan algoritma pencarian yang didasarkan kepada mekanisme seleksi genetika alamiah. Algoritma genetika dimulai dengan membentuk sejumlah solusi yang disebut populasi. Setiap

solusi dari populasi pada algoritma ini diwakili oleh satu individu atau kromosom.

Algoritma genetika pada awalnya digunakan sebagai algoritma pencarian parameter-parameter pada permasalahan optimasi. Perkembangan berikut dari algoritma ini adalah mulai diaplikasikannya dalam berbagai ranah permasalahan seperti teori pembelajaran, pemrograman otomatis, peramalan dan lainnya [2].

Bahan bakar minyak (BBM) merupakan komoditas yang memegang peranan sangat penting dalam semua aktifitas ekonomi khususnya sebagai bahan bakar kendaraan bermotor. Di Indonesia BBM yang digunakan pada kendaraan bermotor adalah premium, solar, biosolar, pertamax, dan pertamax plus yang diproduksi oleh PT. Pertamina [3].

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka akan dilakukan sebuah penelitian yaitu tentang bagaimana peramalan jumlah kebutuhan BBM jenis premium menggunakan algoritma genetika.

2. METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari PT. Pertamina Bali. Data tersebut berupa data bulanan jumlah konsumsi premium kota Denpasar, periode Januari 2009 sampai Desember 2013.

Representasi kromosom yang digunakan pada penelitian ini adalah:

$$\hat{Z}_t = a_0 + a_1 Z_{t-1} + a_2 Z_{t-2} + \dots + a_i Z_{t-i} \quad (2.1)$$

dengan besar a_i merupakan gen dan $i = 1, 2, 3, \dots, k$. Nilai k dilihat dari lag terakhir yang melebihi batas error sebelum data mencapai kestasioneran.

Terdapat 4 parameter genetika yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. generasi = 500 iterasi
2. $n_{pop} = 50$ individu
3. probabilitas *crossover* (P_{cros}) = 80%
4. probabilitas mutasi (P_{mut}) = 50%

Langkah-langkah analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Mencari model input.
 - a. Plot data deret waktu untuk melihat apakah data sudah stasioner atau belum, data memiliki *trend*, dan linier.
 - b. Jika data tidak stasioner, maka akan dilakukan *differencing* untuk menstasionerkan data.
 - c. Setelah data stasioner maka akan dicari pola data berdasarkan plot ACF dan PACF, yang akan digunakan sebagai model input pada representasi kromosom algoritma genetika.
2. Mencari populasi, batas atas dan bawah selang pembangkit populasi acak, dengan meregresikan sampel data berdasarkan model input yang diperoleh.
3. Melakukan proses algoritma genetika untuk mendapat koefisien linier, dengan langkah-langkah sebagai berikut:
 - a. Inisialisasi populasi awal.
 - b. Evaluasi nilai *fitness* pada setiap individu dalam generasi menggunakan persamaan $MAE = \frac{1}{n} e_i$ dengan $e_i = |z_t - \hat{z}_t|$

- c. Seleksi orang tua menggunakan metode *steady state*
- d. Melakukan *crossover* menggunakan persamaan

$$z'(k) = r \cdot z_i(k) + (1 - r) \cdot z_i(k + 1) \quad (2.2)$$

$$z'(k + 1) = (1 - r) \cdot z_i(k) + r \cdot z_i(k + 1) \quad (2.3)$$

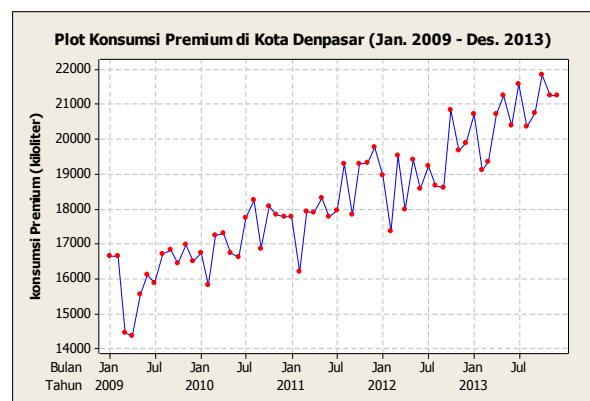
- e. Melakukan mutasi dengan metode pemilihan nilai secara acak (*random*).
 - f. Melakukan elitisme dan seleksi populasi baru. Ulangi langkah *c* sampai *g* sebanyak generasi.
 - g. Individu yang memiliki nilai *fitness* terkecil akan menjadi model linier terbaik.
4. Melakukan peramalan *in-sample* jumlah kebutuhan BBM jenis premium tahun 2009 sampai 2013.
 5. Melakukan peramalan *out of sample* jumlah kebutuhan BBM jenis premium, pada Bulan Januari, Pebruari, Maret, dan April tahun 2014.

3. HASIL PENELITIAN DAN DISKUSI

Langkah awal yang dilakukan untuk menganalisis data jumlah kebutuhan BBM jenis Premium adalah

A. Mencari Model Input

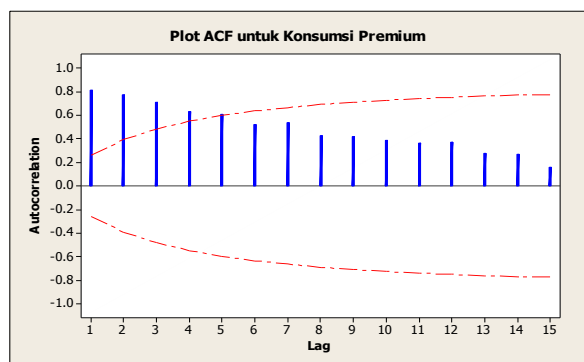
Plot *time series* untuk mencari gambaran umum tentang pola data. Berikut ini diagram plot *time series* data konsumsi premium bulan Januari 2009 sampai bulan Desember tahun 2013.



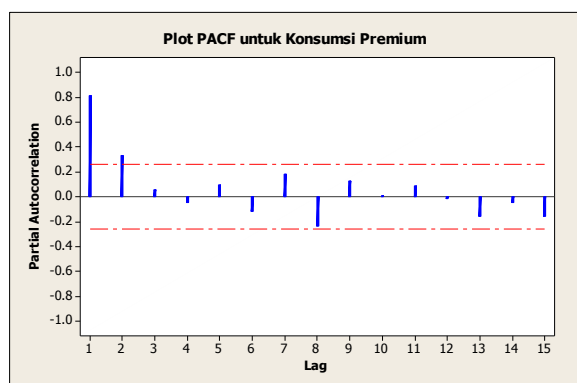
Gambar 3.1 Plot Data *Time Series* Konsumsi Premium di Kota Denpasar

Setelah mendapatkan pola data *time series* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1, bisa dilihat bahwa data menunjukkan ada pengaruh

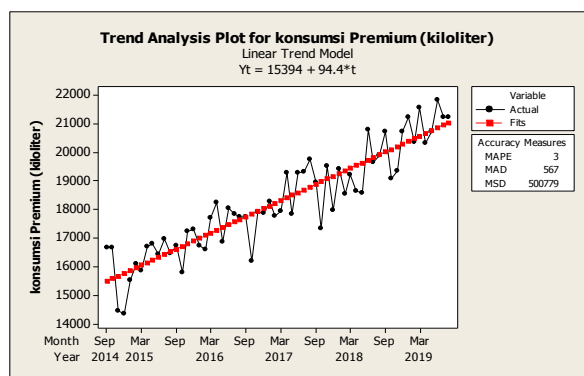
trend dan ketidak-stasioner dikare-nakan data menyebar tidak seimbang (mean tidak konstan), untuk memperjelas apakah *mean* konstan atau tidak dan ada pengaruh trend, maka dibuat Plot Fungsi *Autoco-rrelation*, Plot Fungsi *Partial Autocorrelation*, dan Plot Analisis *Trend* seperti Gambar berikut:



(a)



(b)

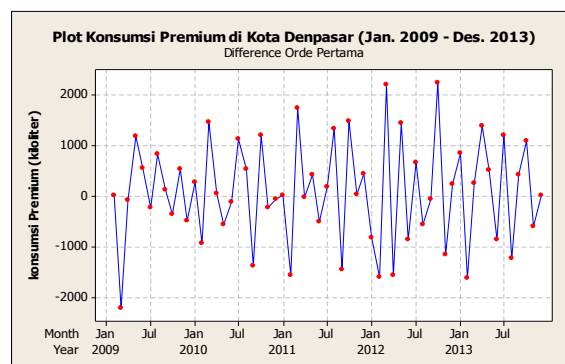


(c)

Gambar 3.2 (a). Plot Fungsi *Autocorrelation*, (b). Plot Fungsi *Partial Autocorrelation*, dan (c) Plot Analisis *Trend*

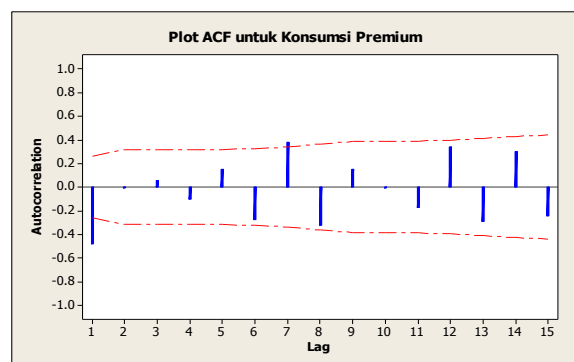
Gambar 3.2 (a) menunjukkan bahwa data belum stasioner terhadap *mean*, sedangkan (c), menunjukkan ada pengaruh trend yang linier pada data konsumsi premium Kota Denpasar.

Setelah mengetahui bahwa data belum stasioner, maka dilakukan *differencing* orde pertama untuk menstasionerkan data. Setelah *differencing* orde pertama pada data konsumsi premium Kota Denpasar dilakukan, diperoleh data yang sudah stasioner dalam mean, karena sudah menyebar seimbang (mean konstan). Plot data *time series* konsumsi premium Kota Denpasar yang telah di-*differencing*:

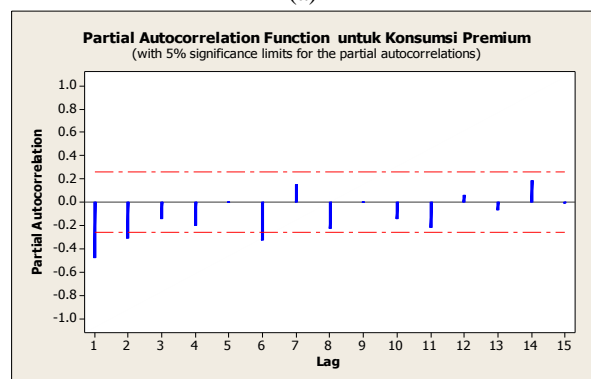


Gambar 3.3 Plot *Time Series Differencing*

Selanjutnya untuk mengetahui pola data sebenarnya, maka dibuat Plot Fungsi *Auto-correlation*, Plot Fungsi *Partial Autocorrelation*.



(a)



(b)

Gambar 3.4 (a) Plot ACF Data *Differencing*. dan (b) Plot PACF Data *Differencing*.

Gambar 3.4 memperlihatkan bahwa data jumlah konsumsi premium Kota Denpasar sudah stasioner dan pada plot PACF bisa dilihat bahwa dua lag pertama yang melebihi batas standar *error* yaitu lag 1, lag 2, dan lag 6 sehingga model input pada representasi algoritma genetika yang akan digunakan yaitu:

Tabel 3.1 Model Input algoritma Genetika

No	Model Input
1	$\hat{Z}_t = a_0 + a_1Z_{t-1}$
2	$\hat{Z}_t = a_0 + a_1Z_{t-1} + a_2Z_{t-2}$
3	$\hat{Z}_t = a_0 + a_1Z_{t-1} + a_2Z_{t-2} + a_3Z_{t-3}$
4	$\hat{Z}_t = a_0 + a_1Z_{t-1} + a_2Z_{t-2} + a_3Z_{t-3} + a_4Z_{t-4}$
5	$\hat{Z}_t = a_0 + a_1Z_{t-1} + a_2Z_{t-2} + a_3Z_{t-3} + a_4Z_{t-4} + a_5Z_{t-5}$
6	$\hat{Z}_t = a_0 + a_1Z_{t-1} + a_2Z_{t-2} + a_3Z_{t-3} + a_4Z_{t-4} + a_5Z_{t-5} + a_6Z_{t-6}$
7	$\hat{Z}_t = a_0 + a_1Z_{t-1} + a_2Z_{t-2} + a_6Z_{t-6}$
8	$\hat{Z}_t = a_1Z_{t-1} + a_2Z_{t-2} + a_3Z_{t-3} + a_4Z_{t-4} + a_5Z_{t-5} + a_6Z_{t-6}$

B. Tahap Pencarian Populasi dan Selang Populasi Acak

Berdasarkan representasi kromosom yang telah dibentuk dari model input, data konsumsi premium Kota Denpasar kemudian diregresikan menggunakan masing-masing representasi kromosom untuk memperoleh populasi dan selang pembangkit populasi.

Regresi dilakukan dengan mengambil 30 data secara terurut menggunakan software microsoft excel, sehingga diperoleh 30 individu dari model input 1, 29 individu dari model input 2, 28 individu dari model input 3, 27 individu dari model input 4, 26 individu dari model input 5, dan 25 individu dari model input 6, 7, dan 8. Individu dari masing-masing model, dicari nilai minimum dan maksimum yang akan digunakan untuk membangkit individu lain yang mungkin belum muncul pada populasi hasil regresi.

C. Pencarian Individu Terbaik

Peramalan dengan algoritma genetika ini menggunakan pengkodean real dengan simulasi program menggunakan software matlab R2012b. Pada tahap ini, masing-masing model kemudian dicari individu yang memiliki nilai *fitness*

terkecil, sehingga diperoleh delapan individu terbaik yang memiliki *fitness* terkecil.

Individu-individu tersebut kemudian dibandingkan satu sama lain sehingga diperoleh satu individu terbaik yang akan digunakan untuk peramalan data jumlah kebutuhan BBM jenis premium Kota Denpasar. Tahapan peramalan menggunakan algoritma genetika adalah sebagai berikut:

Inisialisasi Populasi Awal

Populasi yang telah dibentuk dari proses regresi kemudian ditambahkan dengan sejumlah populasi baru yang dibangkitkan secara acak dari selang nilai minimum dan maksimum, sehingga populasi awal yang diperoleh berjumlah 50 individu.

Evaluasi Nilai *Fitness*

Individu pada populasi yang telah diinisialisasi tadi, kemudian dihitung nilai *fitness*nya dan diurutkan secara *ascending* berdasarkan nilai *fitness*. Setelah evaluasi *fitness* dilakukan, langkah selanjutnya adalah melakukan proses evolusi yaitu seleksi orang tua, *crossover*, mutasi, dan elitisme dengan pengulangan sebanyak generasi = 500.

Seleksi Orang Tua

Seleksi orang tua yang digunakan adalah seleksi *steady state*, metode ini dilakukan dengan cara mengambil individu terbaik sebagai orang tua sebanyak 50% (25 individu) dari populasi yang telah terurut. Kemudian individu yang terseleksi tersebut diinisialisasikan sebagai ortu(1), ortu(2) hingga ortu(25).

Crossover

Orang tua yang telah terpilih menggunakan metode *steady state*, kemudian dikawinsilangkan (*crossover*) dengan probabilitas *crossover* (P_{cros}) = 80% menggunakan metode *arithmetic-crossover*. Hasil dari proses *crossover* disebut sebagai *offspring* dan diinisialisasikan sebagai anak dan akan dimasukkan ke dalam populasi, sehingga jumlah populasi akan bertambah.

Mutasi

Populasi yang telah bertambah sebelumnya akan dimutasi dengan probabilitas mutasi $P_{mut} = 50\%$. Proses mutasi dilakukan dengan cara mengganti nilai gen (*allele*) pada locus yang memiliki probabilitas terpilih kurang dari P_{mut} dengan nilai acak pada selang $[0,1]$. Individu-individu yang mengalami mutasi, akan diinisialisasikan sebagai individu baru dan dimasukkan ke dalam populasi.

Elitisme dan Seleksi Populasi

Setelah proses seleksi orang tua, *crossover*, dan mutasi dilakukan, proses elitisme dilakukan dengan cara menghitung nilai *fitness* individu dalam populasi dan diurutkan berdasarkan nilai fitnessnya secara *ascending* kemudian individu yang terpilih menjadi populasi selanjutnya adalah 50 individu terbaik pertama.

Individu Terbaik

Dari proses seleksi, *crossover*, mutasi, elitisme, dan seleksi populasi diperoleh individu terbaik yang memiliki nilai *fitness* terkecil, ditunjukkan pada tabel berikut ini:

Tabel 3.2 Individu Terbaik dari Kedelapan Model

Model Input	Individu	Fitness (MAE)
1	3108,1235 0,8303	773,4156
2	3253,4006 0,3933 0,4402	688,9503
3	1985,4837 0,2809 0,3722 0,2490	617,7826
4	2205,1063 0,2512 0,2818 0,1237 0,2407	571,2109
5	1689,2060 0,0997 0,2550 0,1996 0,2559 0,1221	562,5746
6	1071,6501 -0,0327 0,284 0,2361 0,2256 0,0540 0,1988	553,2560
7	2256,7735 0,1889 0,3638 0,3450	595,7843
8	-0,0244 0,2594 0,2496 0,1860 0,0854 0,2692	559,7168

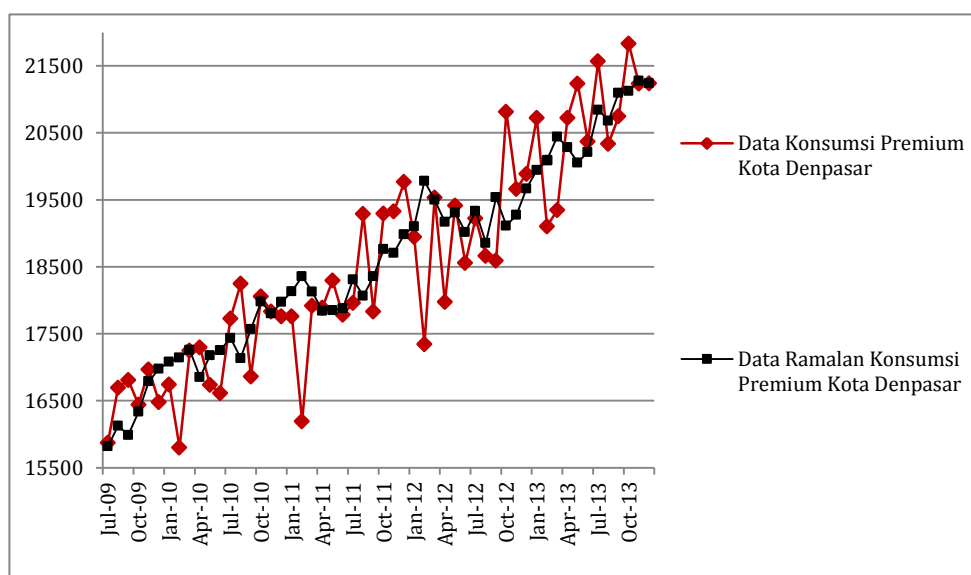
Tabel 3.2 menunjukkan bahwa individu terbaik dengan *fitness* terkecil yaitu individu dari model input keenam, sehingga model peramalan yang diperoleh adalah:

$$\hat{Z}_t = 1071.6501 - 0.0327 * Z_{t-1} + 0.284 * Z_{t-2} + 0.2361 * Z_{t-3} + 0.2256 * Z_{t-4} + 0.054 * Z_{t-5} + 0.1988 * Z_{t-6} \quad (3.1)$$

Persamaan (3.1) akan digunakan untuk meramalkan jumlah kebutuhan BBM jenis premium Kota Denpasar periode Bulan Januari 2014 hingga Juni 2014.

D. Peramalan In-sample Jumlah Konsumsi Premium

Grafik peramalan *in-sample* jumlah kebutuhan BBM jenis premium dapat dilihat pada Gambar berikut:

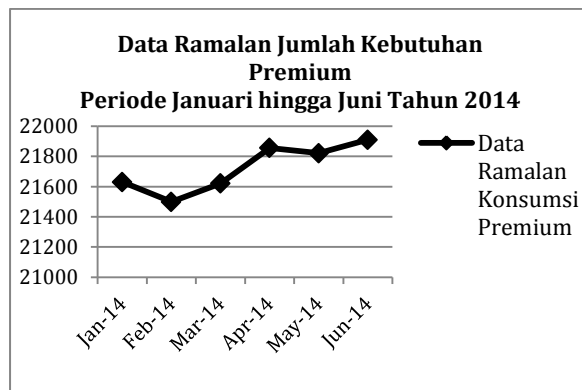


Gambar 3.5 Peramalan Jumlah Kebutuhan Premium Kota Denpasar Tahun 2013

Gambar 3.5 merupakan grafik uji model linier untuk peramalan *in-sample* jumlah kebutuhan premium di Kota Denpasar $MAE = 553,2690$ kiloliter dan $MAPE = 3,0217\%$.

E. Peramalan Out of Sample Jumlah Konsumsi Premium

Grafik hasil peramalan jumlah konsumsi premium Kota Denpasar Bulan Januari hingga Juni tahun 2014 dapat dilihat pada Gambar 3.6 sebagai berikut:



Gambar 3.6 Peramalan *Out of Sample* Jumlah Kebutuhan Premium Kota Denpasar

Gambar 3.6 menunjukkan bahwa jumlah konsumsi premium di Kota Denpasar mengalami fluktuasi dengan rata-rata jumlah kebutuhan premium Kota Denpasar sebesar 21722,85935 kiloliter. Hasil peramalan menunjukkan bahwa jumlah konsumsi premium terbesar di Kota Denpasar terjadi pada Bulan Juni 2014 yaitu 21910,3237 kiloliter dan jumlah konsumsi premium terendah terjadi pada bulan Pebruari 2014 yaitu 21499,2790 kiloliter.

4. SIMPULAN DAN REKOMENDASI

A. Simpulan Penelitian

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh pada kasus peramalan jumlah kebutuhan premium

tahun 2014, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa:

Kinerja algoritma genetika dalam meramalkan jumlah kebutuhan BBM jenis premium di Kota Denpasar cukup baik dengan nilai error yang dihasilkan yaitu MAE sebesar 553,2690 dan MAPE sebesar 3.0217%.

Penggunaan BBM jenis premium di Kota Denpasar, mengalami fluktuasi dengan rata-rata jumlah kebutuhan premium sebesar 21722,85935 kiloliter.

B. Rekomendasi

Dari simpulan di atas akan disampaikan beberapa saran yang dapat dijadikan pertimbangan, saran tersebut antara lain:

1. Algoritma genetika pada penelitian ini menggunakan pengkodean real, sehingga mungkin untuk penelitian lebih lanjut dapat menggunakan pengkodean biner.
2. Melakukan perbandingan metode peramalan menggunakan algoritma genetika dengan metode peramalan yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Patria, D.P.N., 2009. "Penerapan Algoritma Genetika Dalam Pencarian Nilai Parameter Untuk Peramalan Data Penjualan Secara Time Series". *Skripsi*. Malang: Universitas Brawijaya.
- [2] Suyanto. 2011. *Artificial Intelligence (Searching-Reasoning-Planning-Learning)*. Edisi revisi. Bandung: Informatika.
- [3] Utari, P.D., 2011. "Prediksi Permintaan BBM Di PT. Pertamina Region V Dengan Metode Peramalan Data Time Series Hirarki". *Jurnal FMIPA-ITS*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.

LAMPIRAN**Output Program Peramalan *In-sample***

Z (t-6)	Z (t-5)	Z (t-4)	Z (t-3)	Z (t-2)	Z (t-1)	z (t)	z duga	error
16656	16656	14448	14360	15544	16096	15872	15820.3085	51.6915
16656	14448	14360	15544	16096	15872	16696	16124.8589	571.1411
14448	14360	15544	16096	15872	16696	16808	15988.0333	819.9667
14360	15544	16096	15872	16696	16808	16440	16336.4733	103.5267
15544	16096	15872	16696	16808	16440	16968	16789.5141	178.4859
16096	15872	16696	16808	16440	16968	16480	16977.7157	497.7157
15872	16696	16808	16440	16968	16480	16744	17081.9725	337.9725
16696	16808	16440	16968	16480	16744	15800	17146.2469	1346.2469
16808	16440	16968	16480	16744	15800	17248	17258.3853	10.3853
16440	16968	16480	16744	15800	17248	17296	16850.5309	445.4691
16968	16480	16744	15800	17248	17296	16736	17175.4877	439.4877
16480	16744	15800	17248	17296	16736	16616	17253.5797	637.5797
16744	15800	17248	17296	16736	16616	17728	17437.9725	290.0275
15800	17248	17296	16736	16616	17728	18248	17136.6677	1111.3323
17248	17296	16736	16616	17728	18248	16864	17571.2581	707.2581
17296	16736	16616	17728	18248	16864	18056	17978.9685	77.0315
16736	16616	17728	18248	16864	18056	17832	17802.7653	29.2347
16616	17728	18248	16864	18056	17832	17760	17975.3597	215.3597
17728	18248	16864	18056	17832	17760	17760	18132.4445	372.4445
18248	16864	18056	17832	17760	17760	16192	18356.6653	2164.6653
16864	18056	17832	17760	17760	16192	17720	18129.6341	409.6341
18056	17832	17760	17760	16192	17720	17888	17842.9869	45.0131
17832	17760	17760	16192	17720	17888	18296	17852.8213	443.1787
17760	17760	16192	17720	17888	18296	17784	17879.8981	95.8981
17760	16192	17720	17888	18296	17784	17960	18312.2221	352.2221
16192	17720	17888	18296	17784	17960	19288	18066.0821	1221.9179
17720	17888	18296	17784	17960	19288	17832	18356.6405	524.6405
17888	18296	17784	17960	19288	17832	19296	18762.8805	533.1195
18296	17784	17960	19288	17832	19296	19328	18708.2125	619.7875
17784	17960	19288	17832	19296	19328	19768	18986.4957	781.5043
17960	19288	17832	19296	19328	19768	18944	19105.0733	161.0733
19288	17832	19296	19328	19768	18944	17344	19780.1941	2436.1941
17832	19296	19328	19768	18944	17344	19536	19499.2045	36.7955
19296	19328	19768	18944	17344	19536	17976	19170.6149	1194.6149
19328	19768	18944	17344	19536	17976	19416	19310.6221	105.3779
19768	18944	17344	19536	17976	19416	18560	19020.0413	460.0413
18944	17344	19536	17976	19416	18560	19224	19332.9805	108.9805
17344	19536	17976	19416	18560	19224	18664	18856.4997	192.4997
19536	17976	19416	18560	19224	18664	18592	19537.6797	945.6797
17976	19416	18560	19224	18664	18592	20816	19112.2829	1703.7171
19416	18560	19224	18664	18592	20816	19664	19276.7405	387.2595
18560	19224	18664	18592	20816	19664	19888	19668.3749	219.6251
19224	18664	18592	20816	19664	19888	20722	19944.4885	777.5115
18664	18592	20816	19664	19888	20722	19106	20095.3639	989.3639
18592	20816	19664	19888	20722	19106	19346	20283.8407	937.8407
20816	19664	19888	20722	19106	19346	20722	20444.4137	277.5863
19664	19888	20722	19106	19346	20722	21234	20057.2697	1176.7303
19888	20722	19106	19346	20722	21234	20370	20212.9729	157.0271
20722	19106	19346	20722	21234	20370	21570	20844.1865	725.8135
19106	19346	20722	21234	20370	21570	20338	20682.5785	344.5785
19346	20722	21234	20370	21570	20338	20746	21097.1977	351.1977
20722	21234	20370	21570	20338	20746	21834	21123.5665	710.4335
21234	20370	21570	20338	20746	21834	21236	21238.8353	2.8353
20370	21570	20338	20746	21834	21236	21239	21278.8083	39.8083

MAE = 553.2690

MAPE = 3.0217 persen

Output Program Peramalan *Out-sample*

Bulan	Data Duga
1-2014	21629.8318
2-2014	21499.2790
3-2014	21620.2062
4-2014	21856.1295
5-2014	21821.3859
6-2014	21910.3237
Total	130337.1561
Minimum	21499.2790
Maksimum	21910.3237
Rata-rata	21722.85935