

ANALISIS PERBANDINGAN METODE REGRESI LINIER DAN *EXPONENTIAL SMOOTHING* DALAM PARAMETER TINGKAT *ERROR*

(*Comparative Analysis of Linear Regression Method and Exponential Smoothing in Error Level Parameter*)

Hendy Tannady*, Fan Andrew**

*Fakultas Teknologi dan Desain Program Studi Teknik Industri
Universitas Bunda Mulia

**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Industri
Universitas Bina Nusantara

*hendytannady@yahoo.com, **fandrew@binus.edu

Abstrak

Penting bagi industri dan pelaku usaha untuk memiliki sebuah data perencanaan kebutuhan yang akan menopang segala proses operasional yang dikerjakan pada waktu kedepan. Data perencanaan ini memiliki karakter dependen terhadap data yang memiliki hierarki lebih rendah, yakni estimasi perencanaan induk produk. Berlandaskan urgennitas akan estimasi yang akurat inilah, studi terhadap teknik peramalan dipandang perlu. Penelitian ini memiliki fokus dalam menentukan teknik peramalan yang tepat terhadap pola data tertentu yang diambil dari data permintaan historis. Hasil dari penelitian adalah penerapan Regresi Linier, menghasilkan 15,478 nilai *mean MAPE*, metode *Brown* 16,525 nilai *mean MAPE*, metode *Holt* nilai *mean* 33,709 *MAPE*, dan *Winter* nilai *mean MAPE* 24,372.

Kata Kunci: data perencanaan, regresi linier, *Brown*, *Holt*, *winter*, *MAPE*

Abstract

Having data of needs planning is important for any entrepreneurs and industries to support future operational processes. The planning data is usually dependent to lower hierarchical data such as estimation of product master plan. Considering the importance of accurate forecast, a study on the forecasting techniques is conducted. This research focuses on determining the proper forecasting techniques against a specific data pattern from the historical demand data. The study findings show that Linear Regression result in 15,478 mean MAPE, Brown method: 16,525 mean MAPE, Holt method: 33,709 mean MAPE, and Winter: 24,372 mean MAPE.

Keywords: *data plan, linear regression, Brown, Holt, winter, MAPE*

Tanggal Terima Naskah : 06 Juni 2013

Tanggal Persetujuan Naskah : 19 Juni 2013

1. PENDAHULUAN

Penggunaan metode-metode peramalan di dalam aspek akademis saat ini banyak diaplikasikan terhadap berbagai dimensi keilmuan dan dalam aspek yang komprehensif terhadap bidang kerja. Teknik peramalan juga terbukti sangat diperlukan dalam melakukan analisis terhadap perencanaan bisnis. Di dalam bisnis praktis dikenal adanya sebuah manajemen permintaan yang idealnya harus mampu memberikan sebuah estimasi

terhadap perencanaan strategis tentang jumlah barang dan jasa yang akan diminta oleh pasar atau oleh *customer*. Keberadaan permintaan dapat seminimal mungkin direduksi deviasinya, salah satu caranya adalah mendapatkan atau memastikan jumlah riil dari permintaan. Jumlah permintaan yang memiliki karakteristik pasti (*certain*) akan lebih mudah dijadikan *supportive tool* dalam merencanakan pengambilan keputusan, atau berkarakteristik deterministik. Dalam konteks lain, wacana untuk selalu mempertahankan kepastian terhadap kuantitas permintaan terkadang harus dipenuhi dengan data probabilistik. Perusahaan harus mampu menentukan data permintaan di masa mendatang dengan teknik-teknik peramalan yang berdasarkan pada acuan masa lampau dengan tingkat akurasi mendekati riil.

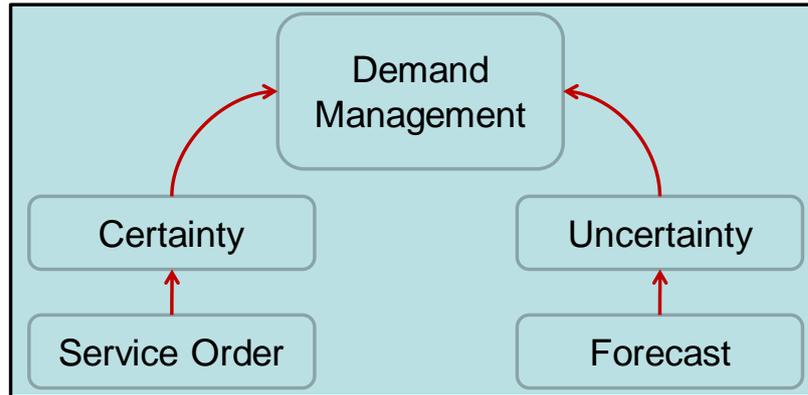
Telah banyak penelitian, pembahasan, dan kajian yang dilakukan serta dipublikasikan terkait teknik peramalan, seperti meramalkan penggunaan waktu telepon [1], peramalan kombinasi terhadap permintaan darah [2], peramalan kebutuhan bahan bakar Premium dengan Hibrida Arima, *Neural Network* untuk optimasi persediaan [3], regresi *time series* dan ANFIS dalam meramalkan nilai kontrak konstruksi [4], model variasi kalender dalam meramalkan penjualan buah [5], peramalan terhadap penumpang pesawat terbang [6]. Teknik *forecasting* tidak hanya digunakan secara riil pada masalah-masalah yang berkaitan dengan polemik didalam kehidupan *grass root* dan sosialita sipil dan ekonomi. Tulisan yang membahas penggunaan *forecasting* yang berkenaan dengan hal-hal politik seperti pemilu juga banyak ditemui, seperti di Turki [7], pemilihan presiden di Brazil [8], pemilihan umum regional di Lithuania [9], di Spanyol [10], dan di Norwegia [11]. Luasnya aplikasi dari peramalan menuntun akademisi untuk selalu melakukan uji coba eksperimental dengan membandingkan keakuratan antar metode peramalan, mencari parameter teroptimal, mengembangkan metode, dan bahkan mencari metode peramalan baru. Penelitian ini membahas perbandingan antar metode, yakni metode Regresi Linier dengan *Exponential smoothing*. Parameter perbandingan adalah dengan melihat nilai *error* yang dihasilkan kedua metode. Pemilihan kedua objek komparasi adalah penggunaan kedua metode yang umum digunakan dalam perhitungan peramalan, dengan tujuan untuk mendapatkan sebuah analisis dari hasil akhir, baik nilai-nilai peramalan maupun nilai *error* diantara keduanya.

2. KONSEP DASAR

2.1 *Forecasting*

Di dalam *paper*-nya yang terbit pada bulan September 2012, Nofinda mendefinisikan bahwa peramalan atau *forecasting* adalah teknik atau cara kuantitatif dalam memperkirakan apa yang akan terjadi pada masa mendatang, dan tentunya membutuhkan data-data masa lampau sebagai acuan atau data historis [12]. Peramalan memiliki tiga tahapan penting, yakni: 1) Penentuan Tujuan, 2) Pengembangan Model, 3) Pengujian Model [13]. Beberapa hal penting seperti variabel yang diramalkan, subjek pengguna ramalan, *time horizon* dari peramalan, waktu, dan pemetaan tujuan merupakan bagian penting di dalam menentukan tujuan. Pengembangan model memerlukan *input* yang tepat agar diperoleh *level* akurasi yang presisi. Tahapan pengembangan model memberikan data visual tentang validitas dan realibilitas dari hasil peramalan ataupun persiapan data. Peramalan memiliki karakteristik pada umumnya akan sering salah, deviasi yang terjadi akan dapat direduksi dengan menggunakan koefisien *forecast error* dan menggunakan beberapa metode terhadap pola data yang sama [14]. Teknik peramalan merupakan jawaban atas sebuah manajemen permintaan. Aktualnya, manajemen akan dapat melakukan perhitungan dengan matang terhadap setiap sumber daya yang akan digunakan dalam rangka untuk memenuhi datangnya permintaan, namun

kondisi bisnis yang tidak terduga dapat menciptakan *uncertain condition* terhadap datangnya permintaan, baik dari waktu dan periode maupun kuantitas. Kondisi yang tidak pasti ini dapat terjadi secara paralel dengan datangnya permintaan riil ataupun tanpa adanya permintaan aktual. Perlu adanya sistem terhadap identifikasi preventif. Pada momentum ini teknik peramalan hadir menjadi sebuah jawaban terhadap kebutuhan manajemen dalam mengestimasi permintaan, namun teknik peramalan yang tidak tepat dapat menimbulkan bahaya laten didalam pengaturan anggaran perusahaan. Hal ini dikarenakan terdapat probabilitas terjadinya *gap* diantara *actual demand* dan data hasil *forecasting*. Gambar 1 memberikan gambaran umum terhadap pola manajemen permintaan.



Gambar 1. Gambaran umum *demand management*

2.2 Regresi Linier

Regresi linier atau merupakan metode statistik yang bertujuan untuk membentuk sebuah model antara variabel dependen (Y) dengan variabel independen (X). Regresi linier yang memiliki satu variabel bebas disebut dengan regresi linier sederhana, sedangkan regresi berganda diperuntukkan apabila memiliki lebih dari satu variabel bebas[15]. Regresi Linier menggunakan garis kecenderungan apabila pola data menunjukkan suatu kecenderungan, baik berpola turun atau naik. *Straight line equation* merupakan model analisis garis kecenderungan yang paling sederhana [16]. Tulisan dan penelitian yang dilakukan dengan menggunakan metode peramalan regresi linier dapat ditemui dengan mudah, namun penelitian yang menggunakan komparasi metode ini sebagai objek dan tujuan akhir jarang ditemui. Metode Regresi Linier menggunakan sejumlah data permintaan dan *forecasting* untuk menentukan nilai *forecast* pada periode tertentu kedepan dalam horison peramalan. Persamaan metode ini (1) memerlukan *input*, seperti $a = \text{intersep}$; $b = \text{slope}$ dari *trend line*; $t = \text{indeks waktu}$ ($t=1,2,3,\dots,n$), $n = \text{jumlah periode waktu}$.

$$F_t = a + bt \dots\dots\dots (1)$$

dimana a dan b dihitung dengan menggunakan persamaan (2) dan (3):

$$b = \frac{\sum tA - n(t_{\text{bar}})(A_{\text{bar}})}{\sum t^2 - n(t_{\text{bar}})^2} \dots\dots\dots (2)$$

$$a = A_{\text{bar}} - b(t_{\text{bar}}) \dots\dots\dots (3)$$

2.3 Exponential Smoothing

Metode *Exponential smoothing* menghasilkan peramalan pada periode (t) dengan menggunakan data historis peramalan periode sebelumnya (t-1) dan data *demand* (t-1).

Metode ini menggunakan (α) konstanta pemulusan (*smoothing constant*) [16]. Menurut Gaspersz, penentuan nilai α adalah berdasarkan jumlah data historis aktual *demand* ($D_{(1,2,3,4,\dots,n)}$), dimana apabila karakteristik permintaan bergerak tidak stabil, nilai α dapat ditentukan mendekati 1; $0.9 \leq \alpha \leq 1$, sebaliknya apabila karakteristiknya memiliki tendensi stabil, maka nilai konstanta pemulusan (α) dapat ditentukan mendekati 0; $0 < \alpha \leq 0.1$. Metode *Exponential smoothing* memiliki banyak *varian* dalam hierarki pemulusan dan formulasi dari parameternya. Metode *Brown* adalah jenis *Exponential smoothing* yang menggunakan dua kali pemulusan dan satu parameter (*double exponential smoothing single parameter*), dimana persamaan dari peramalan metode ini dapat dilihat pada persamaan (4).

$$F_t = a_{t-1} + b_{t-1}m \dots\dots\dots (4)$$

dimana nilai a dan b diperoleh melalui persamaan (5) dan (6).

$$a_t = 2S'_t - S''_t \dots\dots\dots (5)$$

$$b_t = \frac{a}{1-a} - (S'_t - S''_t) \dots\dots\dots (6)$$

Nilai S'_t dan S''_t pada periode 1 dapat mengikuti nilai *demand* periode 1.

Metode *Exponential smoothing* dengan menggunakan dua pemulusan dan dua parameter adalah metode *Holt*. Metode ini menggunakan nilai β sebagai variabel konstanta pemulusan kedua. Metode *Holt* didesain untuk men-*track* deret waktu dengan *trend* yang linier [14]. Persamaan umum dari metode ini dapat dilihat pada persamaan (7) dan (8).

$$S_t = \alpha D_t + (1-\alpha)(S_{t-1} + G_{t-1}) \dots\dots\dots (7)$$

$$G_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1-\beta)G_{t-1} \dots\dots\dots (8)$$

Persamaan peramalan untuk metode *Holt* dapat dilihat pada persamaan (9).

$$F_{t,t+\tau} = S_t + \tau G_t \dots\dots\dots (9)$$

Metode *Exponential smoothing* dengan tiga parameter (*triple parameter*) disebut dengan Metode *Winter*. Metode *Winter* digunakan apabila hasil dari analisis terhadap data aktual permintaan menunjukkan pola musiman, dimana terjadi kecenderungan sejumlah periode, data terlihat menunjukkan pola tertentu dan selalu berulang pada sejumlah periode berikutnya. Metode *Winter* menggunakan tiga konstanta pemulusan, yakni α , β , γ . Dalam menghitung nilai peramalan, metode *Winter* menggunakan faktor deret waktu, *trend*, dan faktor musim sebagai nilai *supporting-nya*.

$$S_t = \alpha(D_{t/C_{t-N}} + (1-\alpha)(S_{t-1} + G_{t-1})) \dots\dots\dots (10)$$

$$G_t = \beta[S_t - S_{t-1}] + (1-\beta)G_{t-1} \dots\dots\dots (11)$$

$$c_t = \gamma(D_t / S_t) + (1-\gamma)c_{t-N} \dots\dots\dots (12)$$

$$F_{t,t+\tau} = (S_t + \tau G_t)c_{t+\tau-N} \dots\dots\dots (13)$$

2.4 Evaluasi Error

Hasil dari peramalan apabila disajikan dalam diferensiasi teknik yang berbeda tentunya memiliki hasil yang berbeda. Perlu suatu konsep dalam menilai teknik mana yang paling optimum dalam memberikan nilai ramal berdasarkan pola data permintaan tertentu. Konsep penilaian ini akan melahirkan berbagai macam metode yang bertujuan untuk menilai sejauh apa *gap* antara data aktual dengan hasil peramalan. MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) merupakan metode yang digunakan untuk menilai tingkat keakuratan[17]. J. Scott Armstrong juga mendeskripsikan bahwa MAPE memiliki tiga keunggulan, yakni: 1) MAPE dapat digunakan pada berbagai periode dan dapat digunakan oleh berbagai organisasi, 2) MAPE mudah untuk diinterpretasikan, dan 3) MAPE digunakan secara umum. Persamaan dari MAPE dapat dilihat pada persamaan (14), dimana ‘A’ adalah data aktual, ‘P’ merupakan hasil peramalan, dan ‘N’ adalah total periode yang memiliki aktual data dan peramalan.

$$MAPE=100 \left[\frac{\sum_{i=1}^N \left| \frac{A_i - P_i}{A_i} \right|}{N} \right] \dots\dots\dots(14)$$

3. METODOLOGI PENELITIAN

Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diambil dari sebuah perusahaan yang bergerak dibidang pakan untuk pembudidayaan benur. Satuan periode dalam penelitian ini tidak dijabarkan dan distandarisasi kedalam ‘periode’. Data permintaan yang digunakan terdiri atas tiga *varian* data permintaan yang mengindikasikan adanya tiga jenis spesifikasi produk berbeda dan definisi terhadap waktu yang berbeda pula sehingga satu periode pada *varian* 1 berbeda dengan satu periode pada *varian* 2. Pengolahan terhadap data dilakukan dengan metode peramalan Regresi Linier, *Double Exponential smoothing Single Parameter* (Metode *Brown*), *Double Exponential smoothing Double Parameter* (Metode *Holt*), dan *Triple Exponential smoothing Triple Parameter* (Metode *Winter*). Metode *Winter* yang digunakan adalah metode *Winter* 3 periode. Hasil peramalan dari keempat metode tersebut dianalisis dengan menggunakan *error measurement* metode MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari data yang diperoleh pada Tabel 1, terlihat bahwa data permintaan terdiri atas tiga *varian* permintaan dan dikumpulkan selama 24 periode.

Tabel 1. Data permintaan selama 24 periode

Periode	<i>Demand</i> Var. 1 (Basket)	<i>Demand</i> Var. 2 (Basket)	<i>Demand</i> Var. 3 (Basket)
1	550	75	94
2	400	120	85
3	780	65	86
4	650	78	85
5	380	115	80
6	720	95	75
7	510	86	96
8	350	72	83
9	600	98	78
10	720	102	64
11	680	85	86
12	510	91	97
13	660	86	49
14	730	135	87
15	745	102	77
16	620	120	80
17	440	97	86
18	390	85	90
19	560	65	90
20	720	78	86
21	810	72	75
22	665	81	71
23	575	94	94
24	610	88	82

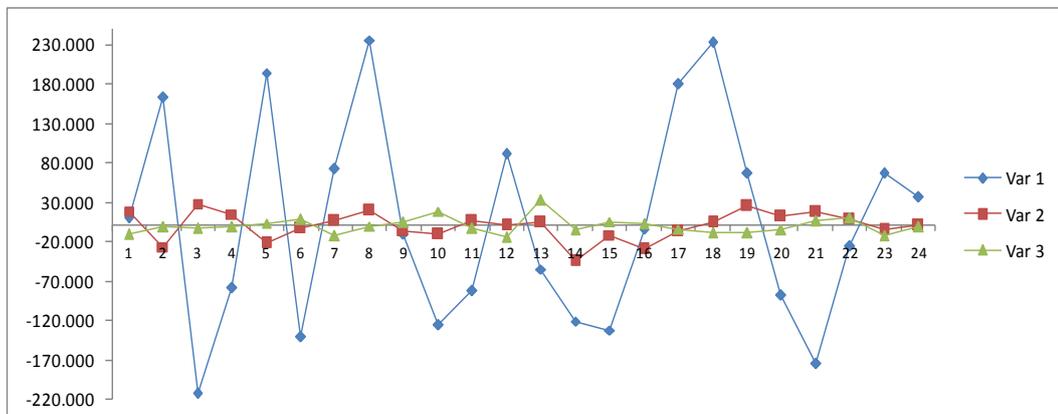
Berdasarkan hasil pengolahan data dengan Regresi Linier diperoleh tiga model persamaan untuk *Varian 1* (Persamaan 15), *Varian 2* (Persamaan 16), dan *Varian 3* (Persamaan 17). Nilai MAPE dari Regresi Linier adalah sebesar 20,647 untuk *Varian 1*, 15,375 untuk *Varian 2*, dan 10,414 untuk *Varian 3*. Data *mean* MAPE teridentifikasi sebesar 15,478 menggunakan 24 periode data pembagi. Data deviasi *Varian 1* maksimum terjadi pada (t)=8; deviasi = 235,772, nilai minimum deviasi terjadi pada (t)=16; deviasi = 4,088. Data deviasi *Varian 2* maksimum terjadi pada (t)=14; deviasi = 44,477, nilai minimum deviasi terjadi pada (t)=24; deviasi = 0,449. Data deviasi *Varian 3* maksimum terjadi pada (t)=13; deviasi = 33,162, nilai minimum deviasi terjadi pada (t)=8; deviasi = 0,268.

$$F_t = 555.633 + 3.767t \dots\dots\dots (15)$$

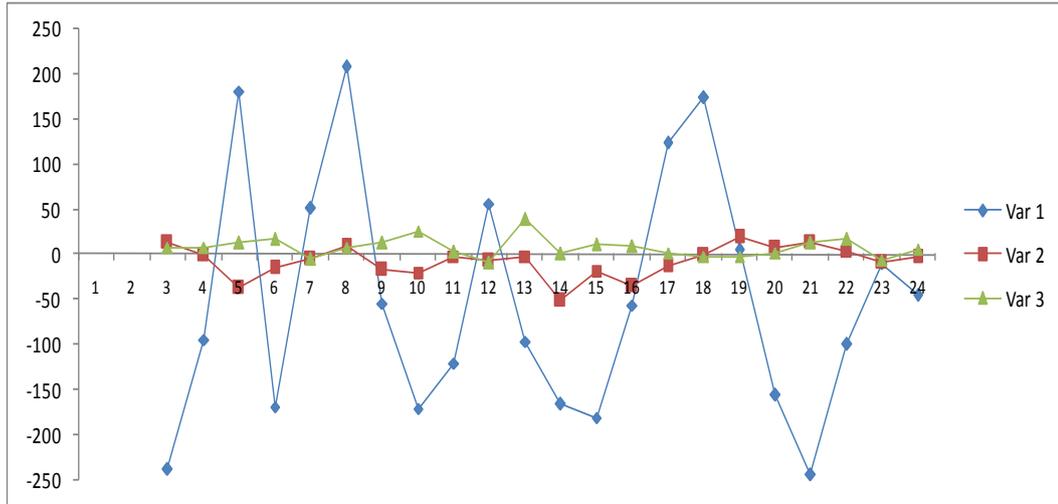
$$F_t = 93.427 - 0.207t \dots\dots\dots (16)$$

$$F_t = 83.643 - 0.114t \dots\dots\dots (17)$$

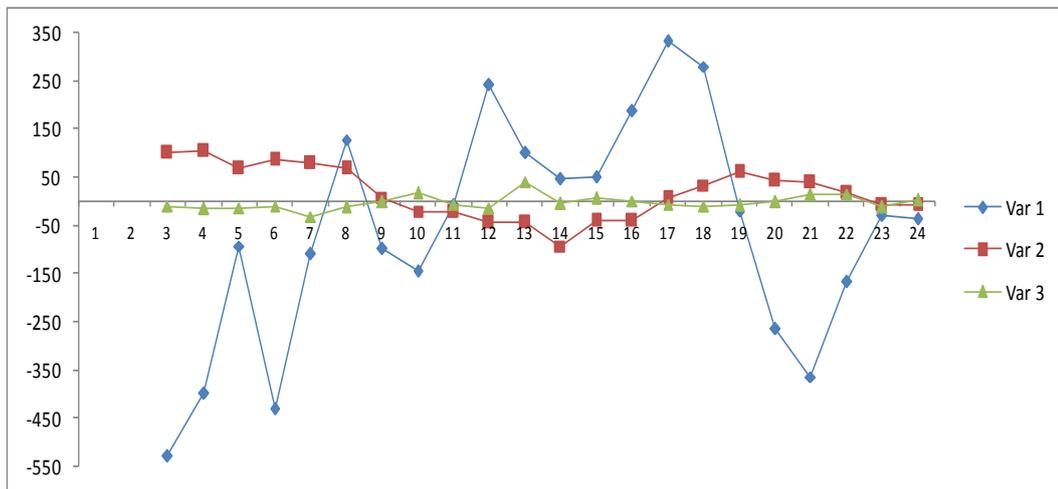
Pengolahan data dengan *Brown* ($\alpha=0,03$) menunjukkan nilai MAPE 21,276 untuk data peramalan *varian 1*, MAPE 14,296 untuk data peramalan *varian 2*, dan nilai MAPE 14,004 untuk data peramalan *varian 3*, *mean* = 16,525. Data deviasi *varian 1* maksimum terjadi pada (t)=8; deviasi = 207,593, nilai minimum deviasi terjadi pada (t)=19; deviasi = 4,104. Data deviasi *varian 2* maksimum terjadi pada (t)=14; deviasi = 51,246, nilai minimum deviasi terjadi pada (t)=18; deviasi = 0,771. Data deviasi *varian 3* maksimum terjadi pada (t)=13; deviasi = 39,303, nilai minimum deviasi terjadi pada (t)=14; deviasi = 1,224. Pengolahan data *Holt* ($\alpha=0,15$; $\beta=0,9$) menunjukkan nilai MAPE *varian 1* 31,131, 54,751 untuk *varian 2*, dan 15,245 untuk *varian 3* dengan menggunakan 22 data peramalan sebagai pembagi dan dua data awal sebagai pembangkit perhitungan, *mean*= 33,709, data deviasi *varian 1* maksimum terjadi pada (t)=21; deviasi = 365,573, nilai minimum deviasi terjadi pada (t)=11; deviasi = 7,012. Data deviasi *varian 2* maksimum terjadi pada (t)=4; deviasi = 103,5, nilai minimum deviasi terjadi pada (t)=17; deviasi = 5,622. Data deviasi *varian 3* maksimum terjadi pada (t)=13; deviasi = 40,536, nilai minimum deviasi terjadi pada (t)=20; deviasi = 0,418. Metode *Winter* tiga periode ($\alpha=0,08$, $\beta=0,15$, $\gamma=0,65$) menghasilkan nilai MAPE 31,666 untuk *varian 1*, 27,291 untuk *varian 2*, dan 14,161 untuk *varian 3* dengan menggunakan 20 periode data sebagai pembagi dan 4 data awal sebagai pembangkit perhitungan, *mean* = 24,372, data deviasi *varian 1* maksimum terjadi pada (t)=6; deviasi = 306,56, nilai minimum deviasi terjadi pada (t)=10; deviasi = 14,78. Data deviasi *varian 2* maksimum terjadi pada (t)=18; deviasi = 54,05, nilai minimum deviasi terjadi pada (t)=22; deviasi = 2,67. Data deviasi *varian 3* maksimum terjadi pada (t)=12; deviasi = 28,14, nilai minimum deviasi terjadi pada (t)=6; deviasi = 1,12. Grafik nilai deviasi untuk keempat metode dapat dilihat pada Gambar 2, Gambar 3, Gambar 4, dan Gambar 5. Data *mean error* dan MAPE setiap metode divisualisasikan pada Gambar 6 (Sb. X : MAPE; Sb. Y dan Size : *Mean Error*).



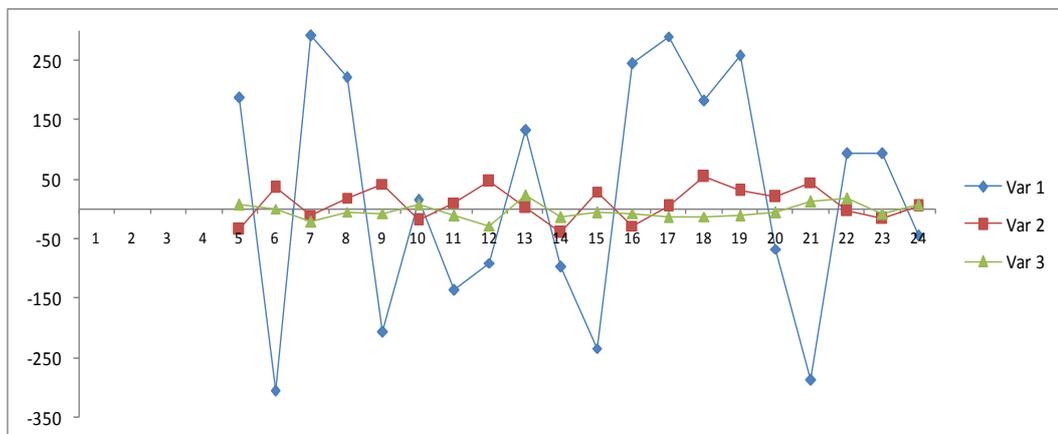
Gambar 2. Error deviation regresi linier



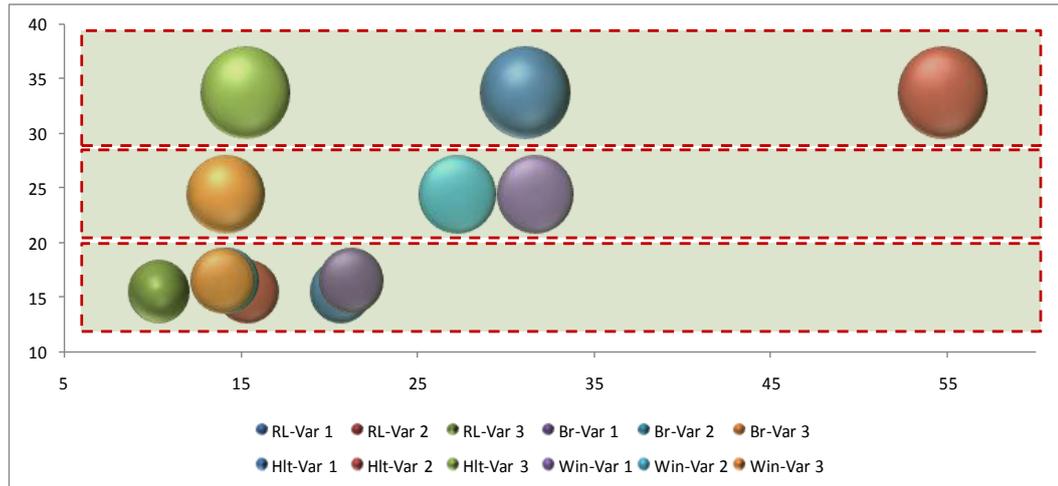
Gambar 3. Error deviation metode Brown



Gambar 4. Error deviation metode Holt



Gambar 5. Error deviation metode winter 3 periode



Gambar 6. Mapping MAPE dan mean error

5. KESIMPULAN

Pemilihan metode peramalan yang tepat sangat bergantung pada pola data yang menjadi latar belakang dari proses peramalan. Meskipun menurut Nahmias peramalan umumnya akan selalu salah [14], namun dibutuhkan dalam mengestimasi kebutuhan akan data dan yang terpenting adalah *level* keputusan strategi. Pada Gambar 6, terlihat bahwa secara rata-rata, metode peramalan terbaik adalah Regresi Linier, namun apabila diturunkan kedalam kategori *varian*, akan terlihat bahwa setiap *varian* data memiliki metode peramalan terbaik. Estimasi data *varian* 1 dan 3 akan tepat bila menggunakan Regresi Linier model $F_t = 555,633 + 3,767t$ dan $F_t = 83,643 - 0,114t$, sedangkan data *varian* 2 lebih presisi menggunakan *Brown*. Catatan yang perlu diperhatikan adalah bahwa eksperimen dalam menarik perencanaan peramalan kedepan tidak dilakukan. Horison perencanaan umumnya akan lebih mempengaruhi teknik peramalan, namun asumsi pola data yang bersiklus tidak berubah menjadi batasan penting atau memiliki pola kecenderungan.

REFERENSI

- [1]. Raharja, A., Angraeni, W., Vinarti, R.A. 2010. Penerapan Metode Exponential Smoothing untuk Peramalan Penggunaan Waktu Telepon di PT. Telkomsel Divre3. Surabaya: Jurnal Sistem Informasi.
- [2]. Eka, Winda dan D. Agus. "Analisis Peramalan Kombinasi Terhadap Jumlah Permintaan Darah di Surabaya (Studi Kasus : UDD PMI Kota Surabaya)". *Jurnal Sains dan Seni* Vol. 01, No. 01 (2012): 20-24.
- [3]. Kusumaningrum, O., Suhartono, Haryono. "Peramalan Kebutuhan Bahan Bakar Premium di Depot Ampenan dengan Metode Arima *Neural Network* untuk Optimasi Persediaan". *Jurnal Sains dan Seni* Vol. 01, No. 01 (2012): 194-200.
- [4]. Wijiyanto, A.N., Kusrini, D.E., Irhamah. "Peramalan Nilai Kontrak Konstruksi PT. 'X' dengan menggunakan pendekatan". *Jurnal Sains dan Seni* Vol. 01, No. 01 (2012): 201-206.
- [5]. Ermayanthi, N. M. D., D. Agus, Suhartono. "Peramalan Penjualan Buah di Moena *Fresh* Bali dengan Menggunakan Metode Variasi Kalender". *Jurnal Sains dan Seni* Vol. 01, No. 01 (2012): 124-129.

- [6]. Suryani, E., Chou, S.Y., Chen, C.H.. "Air Passenger Demand Forecasting and Passenger Terminal Capacity Expansion: A System Dynamic Framework". *Elsevier* No. 37 (2010): 2324-2339.
- [7]. Toros, E.. "Forecasting Turkish Local Elections". *International Journal of Forecasting* No. 28 (2012): 813-821.
- [8]. Turgeon, M., Renno, L. "Forecasting Brazilian presidentials elections: Solving the N Problem". *International Journal of Forecasting* No. 28 (2012): 804-812.
- [9]. Jastramskis, M.. "Election Forecasting in Lithuania: The Case of Municipal Elections". *International Journal of Forecasting* No. 28 (2012): 822-829.
- [10]. Magalhaes, P.C., Conraria, L.A. Beck, M.S.L.. "Forecasting Spanish Elections". *International Journal of Forecasting* No. 28 (2012): 769-776.
- [11]. Arnesen, S.. "Forecasting Norwegian Elections: Out of Work and Out of Office". *International Journal of Forecasting* No. 28 (2012): 789-796.
- [12]. Lestari, N., Wahyuningsih, N.. "Peramalan Kunjungan Wisata dengan Pendekatan Model Sarima (Studi Kasus: Kusuma Agrowisata)". *Jurnal Sains dan Seni* Vol. 01, No. 01 (2012): 29-33.
- [13]. Baroto, T.. 2002. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Bogor: Ghalia Indonesia.
- [14]. Nahmias, S.. 2009. *Production and Operations Analysis*. Bogor: McGraw-Hill.
- [15]. Kurniawan, D.. 2008. *R: A language and environment for statistical computing, R foundation for statistical computing*. Austria.
- [16]. Gaspersz, V.. 1998. *Production Planning and Inventory Control, Berdasarkan Pendekatan Sistem Terintegrasi MRP II dan JIT Menuju Manufaktur* 21. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- [17]. Armstrong, J.S.. "Relative Accuracy of Judgemental and Extrapolative Methods in Forecasting Annual Earnings". *Journal of Forecasting* No. 02 (1983): 437-447.