

TOPSIS dan Double Exponential Smoothing untuk Perangkingan dan Peramalan Penjualan Laptop

S. Sugiraharjo¹, R.C.N. Santi²

^{1,2}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Stikubank Semarang
Jl. Trilomba Juang No. 1, Semarang

sugiraharjos@gmail.com¹, r_candra_ns@edu.unisbank.ac.id²

Abstract— Problems that occur CV. Mustika Rajawali, which deals with laptop sales ranking and forecasting, is how to predict future laptop sales based on previous sales data. Forecasting is very influential in determining the sales target that must be achieved by CV. Mustika Rajawali. The method has not been used in predicting laptop sales at CV. Mustika Rajawali so that consumers' needs can be seen, whether it has met the sales target or not. The products to be developed in this study are laptop sales ranking and forecasting using the TOPSIS method and double exponential smoothing. To calculate the potential sales as accurately as possible, it can be done using data mining techniques using double exponential smoothing, while the TOPSIS method is used for ranking. Ranking of laptop sales using the TOPSIS method obtained the sales order of Asus A490JA laptops, Asus A409JP, Asus A409MA, Asus E402YA, Asus TP203NAH. Prediction of laptop sales at CV. Mustika Rajawali with a value of $\alpha = 0.1$ to $\alpha = 0.9$ obtained the smallest MAE value using $\alpha = 0.9$, which is 178,237,067 so that the prediction of CV sales. Mustika Rajawali with the exponential smoothing method using a value of $\alpha = 0.9$.

Keywords: double exponential smoothing, sales, forecasting, ranking, TOPSIS

Abstrak—Permasalahan yang terjadi CV. Mustika Rajawali yang berkaitan dengan perangkingan dan peramalan penjualan laptop adalah bagaimana meramalkan penjualan laptop di masa mendatang berdasarkan data penjualan sebelumnya. Peramalan tersebut sangat berpengaruh untuk menentukan target penjualan yang harus dicapai oleh CV. Mustika Rajawali. Belum digunakannya metode dalam meramalkan penjualan laptop pada CV. Mustika Rajawali sehingga dapat diketahui kebutuhan konsumen, apakah sudah memenuhi target penjualan atau belum. Produk yang akan dikembangkan dalam penelitian ini adalah perangkingan dan peramalan penjualan laptop menggunakan metode TOPSIS dan double exponential smoothing. Untuk menghitung potensi penjualan yang seakurat mungkin dapat dilakukan dengan menggunakan teknik data mining menggunakan double exponential smoothing sedangkan untuk perangkingan digunakan metode TOPSIS. Perangkingan penjualan laptop dengan metode TOPSIS didapatkan urutan penjualan laptop Asus A490JA, Asus A409JP, Asus A409MA, Asus E402YA, Asus TP203NAH. Prediksi penjualan laptop pada CV. Mustika Rajawali dengan nilai $\alpha = 0,1$ sampai dengan $\alpha = 0,9$ didapatkan nilai MAE terkecil menggunakan $\alpha = 0,9$ yaitu sebesar 178.237.067 sehingga prediksi penjualan CV. Mustika Rajawali dengan metode exponential smoothing menggunakan nilai $\alpha = 0,9$.

Kata kunci : double exponential smoothing, penjualan, peramalan, perangkingan, TOPSIS

I. PENDAHULUAN

Penjualan merupakan sebuah kegiatan yang bertujuan untuk mencari, mempengaruhi dan memberi petunjuk kepada pembeli agar dapat menyesuaikan kebutuhannya dengan produk yang ditawarkan serta mengadakan perjanjian mengenai harga yang menguntungkan bagi kedua belah pihak [1]. Penjualan merupakan salah satu indikator paling penting dalam sebuah perusahaan, bila tingkat penjualan yang dihasilkan oleh perusahaan tersebut besar, maka laba yang dihasilkan perusahaan itu pun akan besar pula, sehingga perusahaan dapat bertahan dalam persaingan bisnis dan bisa mengembangkan usahanya. Penjualan merupakan sumber hidup suatu perusahaan, karena dari penjualan dapat diperoleh laba serta suatu usaha untuk memikat konsumen. Dunia industri selalu ada persaingan antara satu perusahaan dengan perusahaan lainnya.

Dunia usaha yang terus berubah dengan cepat, serta banyaknya persaingan pengusaha yang semakin banyak, mengharuskan perusahaan untuk mampu menganalisis lingkungan usaha dan meramalkan berbagai kemungkinan yang terjadi di masa depan. Kegiatan peramalan atau *forecast* masa depan merupakan salah satu usaha

perusahaan sebagai dasar pengambilan keputusan strategis dalam kelangsungan usaha. Perusahaan yang baik menginginkan informasi untuk membantu mereka mengevaluasi kinerja masa lalu dan merencanakan kegiatan masa depan seperti yang dilakukan oleh CV. Mustika Rajawali.

Peramalan merupakan sumber informasi yang dapat digunakan oleh perusahaan untuk mempersiapkan diri dalam menentukan strategi ke depan yang lebih baik. Peramalan penjualan adalah salah satu cara untuk dapat bersaing atau bahkan dapat meningkatkan laba perusahaan sehingga peramalan diperlukan untuk menyetarakan antara perbedaan waktu yang sekarang dan yang akan datang terhadap kebutuhan [2].

Perangkingan dan peramalan penjualan merupakan sumber informasi yang dapat digunakan oleh CV. Mustika Rajawali untuk mempersiapkan diri dalam menentukan strategi ke depan yang lebih baik. Permasalahan dalam memprediksi penjualan pada CV. Mustika Rajawali adalah bagaimana meramalkan penjualan laptop di masa mendatang berdasarkan data penjualan sebelumnya. Peramalan tersebut sangat berpengaruh untuk menentukan target penjualan yang harus dicapai oleh CV. Mustika

Rajawali. Perencanaan yang efektif, baik untuk jangka panjang maupun jangka pendek bergantung pada peramalan permintaan untuk produk perusahaan.

Peramalan bertujuan untuk mengetahui perkiraan penjualan yang akan datang sehingga dapat memenuhi kebutuhan konsumen dan mengetahui apakah sudah memenuhi target penjualan atau belum. Dengan adanya peramalan, maka CV. Mustika Rajawali akan dapat melakukan pengambilan keputusan yang tepat dalam penjualannya, namun dalam kegiatan peramalan memerlukan penerapan beberapa metode yang bertujuan untuk mengetahui permintaan produk penjualan di masa depan.

Untuk menghitung potensi penjualan yang seakurat mungkin dapat dilakukan dengan menggunakan teknik data mining. Data mining adalah proses yang menggunakan teknik statistik, matematika, kecerdasan buatan, dan *machine learning* untuk mengekstraksi dan mengidentifikasi informasi yang bermanfaat dan pengetahuan yang terkait dari berbagai database besar. Data mining memiliki hakikat sebagai disiplin ilmu yang tujuan utamanya adalah untuk menemukan, menggali, atau menambang pengetahuan dari data atau informasi yang dimiliki [3].

Metode data mining yang digunakan untuk memperamalan penjualan pada kasus ini menggunakan metode *time series* yaitu *double exponential smoothing*, sedangkan untuk perankingan digunakan metode *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)*. Pada metode *time series*, peramalan masa depan dilakukan berdasarkan pada nilai masa lalu dari suatu variabel atau kesalahan (faktor gangguan) masa lalu. Langkah penting dalam memilih suatu model *time series* adalah dengan mempertimbangkan jenis pola data sehingga metode yang paling tepat dengan pola tersebut dapat diuji. Jenis-jenis pola data tersebut antara lain pola data horizontal, pola data musiman, pola data siklis dan pola data tren. Data penjualan merupakan data tren sehingga maka metode yang baik untuk digunakan adalah pemulusan eksponensial ganda (*double exponential smoothing*) [4]. Metode TOPSIS adalah salah satu metode pengambilan keputusan multi kriteria atau alternatif pilihan yang merupakan alternatif yang mempunyai jarak terkecil dari solusi ideal positif dan jarak terbesar dari solusi ideal negatif dari sudut pandang geometris dengan menggunakan jarak *Euclidean* [5].

II. TINJAUAN PUSTAKA

Metode *single exponential smoothing* digunakan untuk menentukan prediksi penjualan pada periode berikutnya. Metode *exponential smoothing* merupakan metode peramalan yang cukup baik untuk peramalan jangka panjang dan jangka menengah, terutama pada tingkat operasional suatu perusahaan, dalam perkembangan dasar matematis dari metode *smoothing*. Kelebihan utama dari metode *exponential smoothing* adalah dilihat dari kemudahan dalam operasi yang relatif rendah, ada sedikit keraguan apakah ketepatan yang lebih baik selalu dapat dicapai dengan menggunakan (QS) *Quantitatif* sistem

ataukah metode dekomposisi yang secara intuitif menarik, namun dalam hal ini jika diperlukan peramalan untuk raturan item [6].

Penelitian yang menggunakan metode *exponential smoothing* ganda ini menghasilkan sebuah aplikasi sistem prediksi nilai penjualan barang untuk mengetahui merek barang televisi mana yang akan dijual lebih banyak ditahun mendatang. Hasil penelitian ini adalah menghasilkan prediksi nilai penjualan barang elektronik televisi berdasarkan merek pada dua tahun mendatang yaitu tahun 2014 dan tahun 2015 [7].

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penggunaan metode *exponential smoothing* untuk peramalan volume produksi tanaman pangan, tanaman perkebunan Rakyat Kabupaten Magelang dengan Minitab. Dengan metode *double exponential smoothing* pada volume produksi tanaman pangan dan tanaman perkebunan rakyat nilai MAPE dengan $\alpha = 0,1$ lebih kecil bila dibandingkan dengan metode *single exponential smoothing* dengan nilai ramalan masing-masing 4.083.112 ton untuk volume produksi tanaman pangan dan 27.851,7 ton. Nilai ramalan volume produksi tanaman pangan dan volume perkebunan rakyat Kabupaten Magelang tahun 2011 masing-masing 4.083.112 ton dan 27.851,7 ton [8].

A. Peramalan

Peramalan merupakan bagian awal dari suatu proses pengambilan suatu keputusan. Sebelum melakukan peramalan harus diketahui terlebih dahulu apa sebenarnya persoalan dalam pengambilan keputusan. Peramalan adalah pemikiran terhadap besaran, misalnya permintaan terhadap satu atau beberapa produk pada periode yang akan datang. Pada hakikatnya peramalan hanya merupakan suatu perkiraan (*guess*), tetapi dengan menggunakan teknik-teknik tertentu, maka peramalan menjadi lebih sekedar perkiraan. Peramalan dapat dikatakan perkiraan yang ilmiah (*educated guess*). Setiap pengambilan keputusan yang menyangkut keadaan di masa yang akan datang, maka pasti ada peramalan yang melandasi pengambilan keputusan tersebut. Peramalan adalah suatu usaha untuk meramalkan keadaan di masa mendatang melalui pengujian keadaan di masa lalu. Dalam kehidupan sosial segala sesuatu itu tidak pasti, sukar untuk diperkirakan secara tepat. Peramalan yang dibuat selalu diupayakan agar dapat meminimumkan pengaruh ketidakpastian ini terhadap perusahaan. Dengan kata lain peramalan bertujuan mendapatkan peramalan yang bisa meminimumkan kesalahan meramal (*forecast error*) yang biasanya diukur dengan *Mean Squared Error (MSE)*, *Mean Absolute Error (MAE)* dan sebagainya (Sugiyono, 2015).

Peramalan merupakan salah satu dari jenis data mining apabila penggolongannya berdasarkan pada kegunaannya. Peramalan pada intinya sama dengan klasifikasi atau estimasi tetapi lebih mengarah pada nilai-nilai pada masa yang akan datang. Dalam peramalan data yang diproses adalah data historis yang digunakan sebagai data bahan acuan ditambah dengan data-data simulasi yang dapat diubah-ubah sesuai dengan kemungkinan-kemungkinan yang dapat terjadi. Peramalan mengetahui perkiraan nilai dari suatu barang di waktu yang akan datang. Kebutuhan

akan peramalan semakin meningkat sejalan dengan keinginan manajemen untuk memberikan tanggapan yang cepat dan tepat terhadap peluang maupun perubahan di masa mendatang. Peramalan kualitatif merupakan peramalan berdasarkan pendapat suatu pihak (*judgement forecast*) dan peramalan kuantitatif merupakan peramalan berdasarkan pada data masa lalu (data historis) dan dapat dibuat dalam bentuk angka yang biasa disebut sebagai data *time series*. Tujuan dari peramalan adalah menjadikan para pengambil keputusan dan pembuat kebijakan memahami ketidakpastian dan resiko yang mungkin muncul dapat dipertimbangkan sewaktu membuat perencanaan. Dengan melakukan peramalan tersebut para perencana dan pengambil keputusan akan dapat mempertimbangkan pilihan-pilihan atau alternatif lain. Dalam kenyataannya, hasil dari peramalan tidak pernah mutlak tepat, hal tersebut dikarenakan keadaan maupun kejadian di masa depan tidak menentu. Meskipun demikian, jika semua faktor-faktor tersebut ditentukan dengan baik, maka hasil peramalan akan mendekati hasil sebenarnya [9].

Dalam kegiatan produksi, peramalan dilakukan untuk menentukan jumlah permintaan terhadap suatu produk dan merupakan langkah awal dari proses perencanaan dan pengendalian produksi. Dalam peramalan ditetapkan jenis produk apa yang diperlukan (*what*), jumlahnya (*how many*) dan kapan dibutuhkan (*when*). Tujuan peramalan dalam kegiatan produksi adalah untuk meredakan ketidakpastian, sehingga diperoleh suatu perkiraan yang mendekati keadaan yang sebenarnya. Suatu perusahaan biasanya menggunakan prosedur tiga tahap untuk sampai pada peramalan penjualan, yaitu diawali dengan melakukan peramalan lingkungan, diikuti dengan peramalan penjualan industri, dan diakhiri dengan peramalan penjualan perusahaan.

Peramalan lingkungan dilakukan untuk meramalkan inflasi, pengangguran, tingkat suku bunga, kecendrungan konsumsi dan menabung, iklim investas, belanja pemerintah, ekspor, dan berbagai ukuran lingkungan yang penting bagi perusahaan. Hasil akhirnya adalah proyeksi produk nasional bruto yang digunakan bersama indikator lingkungan lainnya untuk meramalkan penjualan industri. Kemudian, perusahaan melakukan peramalan penjualan dengan asumsi tingkat pangsa tertentu akan tercapai.

B. *Exponential Smoothing*

Metode *exponential smoothing* merupakan metode peramalan yang cukup baik untuk peramalan jangka panjang dan jangka menengah, terutama pada tingkat operasional suatu perusahaan, dalam perkembangan dasar matematis dari metode *smoothing*. Konsep *exponential* telah berkembang dan menjadi metode praktis dengan penggunaan yang cukup luas, terutama dalam peramalan bagi persediaan.

Metode *smoothing* digunakan untuk mengurangi ketidakteraturan musiman dari data yang lalu, dengan membuat rata-rata tertimbang dari sederetan data masa lalu. Ketepatan prediksi dengan metode ini akan terdapat pada prediksi jangka pendek, sedangkan untuk prediksi jangka panjang kurang akurat. Metode *exponential smoothing* merupakan pengembangan dari metode *moving*

average. Dalam metode ini peramalan dilakukan dengan mengulang perhitungan secara terus-menerus dengan menggunakan data terbaru, setiap data terbaru diberi bobot yang lebih besar. Tujuan dari metode ini adalah menentukan nilai α yang meminimumkan MSE pada kelompok penguji (Awat, 2015).

Kelebihan utama dari metode *exponential smoothing* adalah dilihat dari kemudahan dalam operasi yang relatif rendah, ada sedikit keraguan apakah ketepatan yang lebih baik selalu dapat dicapai dengan menggunakan (QS) *Quantitatif Sistem* ataukah metode dekomposisi yang secara intuitif menarik, namun dalam hal ini jika diperlukan peramalan untuk ratusan item.

Apabila data yang dianalisa bersifat stationer, maka penggunaan metode rata-rata bergerak (*moving average*) atau *exponential smoothing* cukup tepat akan tetapi apabila datanya menunjukkan suatu tren linier, maka model yang baik untuk digunakan adalah *exponential smoothing linier* dari brown atau model *exponential smoothing linier* dari Holt.

Permasalahan umum yang dihadapi apabila menggunakan model pemulusan eksponensial adalah memilih konstanta pemulusan yang diperkirakan tepat. Adapun panduan untuk memperkirakan nilai a yaitu antara lain:

1. Apabila pola historis dari data aktual permintaan sangat bergejolak atau tidak stabil dari waktu ke waktu, dapat dipilih nilai a mendekati 1. Biasanya di pilih nilai $a = 0,9$, namun dapat dicoba nilai a yang lain yang mendekati 1 seperti 0,8, 0,7 tergantung sejauh mana gejala dari data itu.
2. Apabila pola historis dari data aktual permintaan tidak berfluktuasi atau relatif stabil dari waktu ke waktu maka dapat memilih nilai a yang mendekati nol, yaitu $a = 0,2; 0,5, 0,1$ tergantung sejauh mana kestabilan data itu, semakin stabil nilai a yang dipilih harus semakin kecil menuju ke nilai nol.

Pada metode ini bobot yang diberikan pada data yang ada sebesar α untuk data yang terbaru, $\alpha(1 - \alpha)$ untuk data yang lama, $\alpha(1 - \alpha)^2$ untuk data yang lebih lama dan seterusnya. Besarnya α adalah antara 0 dan 1, semakin mendekati 1 berarti data terbesar lebih diperhatikan. Secara sistematis besarnya forecast adalah:

$$St+1 = \alpha Xt + 1 - \alpha St \quad (1)$$

dengan:

$St+1$ = nilai Prediksi ke $t+1$

Xt = data aktual ke t

α = parameter dengan nilai antara 0 sampai 1

St = nilai Prediksi ke t

Kesalahan *error* dapat dihitung dengan menggunakan *mean absolute error* dan *mean square error*. *Mean absolute error* adalah rata-rata nilai *absolute* dari kesalahan meramal (tidak dihiraukan tanda positif atau negatifnya):

$$MAE = \frac{\sum |X_t - F|}{n} \quad (2)$$

Mean square error adalah kuadrat rata-rata kesalahan peramalan:

$$MSE = \frac{\sum |X_t - F|^2}{n} \tag{3}$$

dengan:

X_t = data sebenarnya terjadi

F = data ramalan dihitung dari model yang digunakan pada waktu atau tahun t

n = banyak data hasil ramalan

Prinsip dalam menghitung kesalahan peramalan (*forecast error*) yaitu model yang baik adalah model yang mempunyai kesalahan *error* paling kecil dari terhadap data pengamatan yang sebenarnya di lapangan.

C. TOPSIS

Technique For Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) adalah salah satu metode pengambilan keputusan multikriteria. TOPSIS didasarkan pada konsep dimana alternatif terpilih yang terbaik tidak hanya memiliki jarak terpendek dari solusi ideal positif, namun juga memiliki jarak terpanjang dari solusi ideal negatif. Konsep ini banyak digunakan pada beberapa model MADM untuk menyelesaikan masalah keputusan secara praktis. Dengan ide dasarnya adalah bahwa alternatif yang dipilih memiliki jarak terdekat dengan solusi ideal positif dan memiliki jarak terjauh dari solusi ideal negatif [10]. Prosedur perhitungan dengan TOPSIS:

1. Menentukan matrik ternormalisasi

TOPSIS membutuhkan rating kinerja setiap alternatif A_i pada setiap kriteria C_i yang ternormalisasi:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \tag{4}$$

dengan:

$i = 1, 2, \dots, m$

$j = 1, 2, \dots, n$

r_{ij} = Matriks ternormalisasi $[i][j]$

x_{ij} = Matriks keputusan $[i][j]$

2. Pembobotan matrik

Nilai bobot (W) yang menunjukkan tingkat kepentingan relatif setiap kriteria harus diberikan untuk menghitung matrik normalisasi terbobot.

$W = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$

Selanjutnya dilakukan perkalian antara bobot pada masing-masing kriteria dengan rumus:

$$s Y_{ij} = w_j \cdot r_{ij} \tag{5}$$

dengan:

$i = 1, 2, \dots, m$

$j = 1, 2, \dots, n$

Y_{ij} = Matriks ternormalisasi terbobot $[i][j]$

w_j = Vektor bobot $[j]$

Berdasarkan persamaan di atas, maka akan terbentuk matrik keputusan ternormalisasi terbobot Y :

$$Y = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix} \tag{6}$$

3. Menghitung matriks solusi ideal positif dan matrik solusi ideal negatif

Nilai solusi ideal positif (A^+) dan nilai solusi negatif (A^-) berdasarkan matrik keputusan ternormalisasi terbobot Y . Untuk menghitung A^+ dan A^- harus diperhatikan syarat apakah kriteria bersifat keuntungan (*benefit*) atau kriteria bersifat biaya (*cost*):

$$y_j^+ = \begin{cases} \max\{y_{ij}\} ; \text{dimana } j \text{ adalah kriteria} \\ \text{keuntungan} \\ i \\ \text{mix } \{y_{ij}\} ; \text{dimana } j \text{ adalah kriteria} \\ \text{biaya} \\ i \end{cases} \tag{7}$$

$$y_j^- = \begin{cases} \min\{y_{ij}\} ; \text{dimana } j \text{ adalah kriteria} \\ \text{keuntungan} \\ i \\ \max\{y_{ij}\} ; \text{dimana } i \text{ adalah kriteria} \\ \text{biaya (cost)} \\ i \end{cases} \tag{8}$$

y_{j+} = nilai dari solusi ideal positif dari kriteria ke 1, 2, ..., j

y_{j-} = nilai dari solusi ideal negatif dari kriteria ke 1, 2, ..., j

Selanjutnya dicari nilai solusi ideal positif (A^+) dan nilai solusi ideal negative (A^-)

$A^+ = (y_1^+, y_2^+, \dots, y_n^+)$

$A^- = (y_1^-, y_2^-, \dots, y_n^-)$

4. Menghitung jarak antara nilai setiap alternatif dengan solusi ideal positif (D^+) dan jarak antara nilai setiap alternatif dengan solusi ideal negatif (D^-):

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_j^+ - y_{ij}^+)^2} \tag{9}$$

dengan $i=1, 2, \dots, m$

D_i^+ = jarak antara nilai setiap alternatif dengan solusi ideal positif pada kriteria i

y_{j+} = nilai dari solusi ideal positif dari kriteria ke 1, 2, ..., j

y_{ij} = nilai dari matriks keputusan yang ternormalisasi terbobot pada alternatif i pada kriteria ke j :

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij}^- - y_j^-)^2} \tag{10}$$

dengan $i=1, 2, \dots, m$

- Di- = jarak antara nilai setiap alternatif dengan solusi ideal negatif pada kriteria i
- yj- = nilai dari solusi ideal negatif dari kriteria ke 1, 2, ..., j
- yij = nilai dari matriks keputusan yang ternormalisasi terbobot pada alternatif i pada kriteria ke j

5. Menghitung nilai preferensi untuk setiap nilai (Vi):

$$V_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+} \tag{11}$$

dengan i=1,2, ... ,m

- Vi = Menghitung nilai preferensi untuk setiap nilai.
- Di- = jarak antara nilai setiap alternatif dengan solusi ideal negatif pada kriteria i.
- Di+ = jarak antara nilai setiap alternatif dengan solusi ideal positif pada kriteria i.

Nilai Vi yang lebih besar menunjukkan alternatif yang lebih dipilih..

III. METODE PENELITIAN

Produk yang akan dikembangkan dalam penelitian ini adalah perangkingan dan peramalan penjualan laptop menggunakan metode TOPSIS dan *double exponential smoothing* (studi kasus di CV. Mustika Rajawali). Permasalahan yang terjadi CV. Mustika Rajawali yang berkaitan dengan perangkingan dan peramalan penjualan laptop adalah bagaimana meramalkan penjualan laptop di masa mendatang berdasarkan data penjualan sebelumnya. Peramalan tersebut sangat berpengaruh untuk menentukan target penjualan yang harus dicapai oleh CV. Mustika Rajawali. Belum digunakannya metode dalam meramalkan penjualan laptop pada CV. Mustika Rajawali sehingga dapat diketahui kebutuhan konsumen, apakah sudah memenuhi target penjualan atau belum.

Untuk menghitung potensi penjualan yang seakurat mungkin dapat dilakukan dengan menggunakan teknik data mining menggunakan *double exponential smoothing* sedangkan untuk perankingan digunakan metode TOPSIS.

Model algoritma TOPSIS pada perangkingan penjualan laptop pada CV. Mustika Rajawali yaitu:

1. Proses pertama yaitu inisialiasi bobot penilaian yaitu
 - a. Harga (C₁) mempunyai bobot 50 %.
 - b. Jumlah (C₂) mempunyai bobot 50 %.
2. Menentukan matrik ternormalisasi. TOPSIS membutuhkan rating setiap alternatif A_i pada setiap kriteria C_i yang ternormalisasi menggunakan persamaan 4, yaitu:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}$$

3. Pembobotan matrik
Proses selanjutnya dilakukan perkalian antara bobot pada masing-masing kriteria menggunakan perasamaan 5, yaitu:

$$Y_{ij} = w_j \cdot r_{ij}$$

4. Menghitung matriks solusi ideal positif dan matrik solusi ideal negatif. Nilai solusi ideal positif (A+) dan nilai solusi negatif (A-) berdasarkan matrik keputusan ternormalisasi terbobot Y. Untuk menghitung A+ dan A- harus diperhatikan syarat apakah kriteria bersifat keuntungan (*benefit*) atau kriteria bersifat biaya (*cost*) menggunakan persamaan 7 dan persamaan 8, yaitu:

$$y_j^+ = \begin{cases} \max\{y_{ij}\} ; \text{dimana } j \text{ adalah kriteria} \\ \text{keuntungan} \\ i \\ \min\{y_{ij}\} ; \text{dimana } j \text{ adalah kriteria} \\ \text{biaya} \\ i \end{cases}$$

$$y_j^- = \begin{cases} \min\{y_{ij}\} ; \text{dimana } j \text{ adalah kriteria} \\ \text{keuntungan} \\ i \\ \max\{y_{ij}\} ; \text{dimana } i \text{ adalah kriteria} \\ \text{biaya (cost)} \\ i \end{cases}$$

5. Menghitung jarak antara nilai setiap alternatif dengan solusi ideal positif (D+) menggunakan persamaan 9, yaitu:

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_j^+ - y_{ij})^2}$$

dan jarak antara nilai setiap alternatif dengan solusi ideal negatif (D-) menggunakan persamaan10, yaitu:

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - y_j^-)^2}$$

6. Menghitung nilai preferensi untuk setiap nilai (Vi) menggunakan persamaan 11, yaitu:

$$V_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+}$$

7. Nilai Vi yang lebih besar menunjukkan laptop yang direkomendasikan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perangkingan

Langkah perhitungan perangkingan penjualan laptop pada CV. Mustika Rajawali dengan metode TOPSIS yaitu:

1. Proses perangkingan penjualan laptop pada CV. Mustika Rajawali dengan metode TOPSIS terdiri dari 2 kriteria yang diperlihatkan seperti tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Perangkingan
Notasi Kriteria Bobot (%)

C ₁	Harga	60
C ₂	Jumlah	40

Data penjualan laptop CV. Mustika Rajawali diperlihatkan seperti tabel 2.

Tabel 2. Data Penjualan Laptop

No	Laptop	C ₁	C ₂
1.	Asus E402YA	3.599.000	40
2.	Asus A409MA	4.299.000	40
3.	Asus TP203NAH	5.000.000	12
4.	Asus A409JP	8.299.000	14
5.	Asus A490JA	7.299.000	24

2. Matriks keputusan ternormalisasi dengan rumus:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}$$

$$|x_1| = \sqrt{3.599.000^2 + 4.299.000^2 + 5.000.000^2 + 8.299.000^2 + 7.299.000^2}$$

$$|x_1| = 133.634.95,20$$

$$|x_2| = \sqrt{40^2 + 40^2 + 12^2 + 14 + 24^2}$$

$$|x_2| = 64,16$$

$$r_{11} = \frac{x_{11}}{|x_1|} = \frac{3.599.000}{133.634.95,20} = 0,269$$

$$r_{12} = \frac{x_{12}}{|x_2|} = \frac{40}{64,16} = 0,623$$

$$r_{21} = \frac{x_{21}}{|x_1|} = \frac{4.299.000}{133.634.95,20} = 0,322$$

$$r_{22} = \frac{x_{22}}{|x_2|} = \frac{40}{64,16} = 0,623$$

$$r_{31} = \frac{x_{31}}{|x_1|} = \frac{5.000.000}{133.634.95,20} = 0,374$$

$$r_{32} = \frac{x_{32}}{|x_2|} = \frac{12}{64,16} = 0,187$$

$$r_{41} = \frac{x_{41}}{|x_1|} = \frac{8.299.000}{133.634.95,20} = 0,621$$

$$r_{42} = \frac{x_{42}}{|x_2|} = \frac{14}{64,16} = 0,218$$

$$r_{51} = \frac{x_{51}}{|x_1|} = \frac{7.299.000}{133.634.95,20} = 0,546$$

$$r_{52} = \frac{x_{52}}{|x_2|} = \frac{24}{64,16} = 0,374$$

3. Matriks keputusan yang ternormalisasi terbobot (matriks Y) dengan rumus: $Y_{ij} = w_j \cdot r_{ij}$

$$y_{11} = w_1 r_{11} = (0,6) (0,269) = 0,162$$

$$y_{12} = w_2 r_{12} = (0,4) (0,623) = 0,249$$

$$y_{21} = w_1 r_{21} = (0,6) (0,322) = 0,193$$

$$y_{22} = w_2 r_{22} = (0,4) (0,623) = 0,249$$

$$y_{31} = w_1 r_{31} = (0,6) (0,374) = 0,224$$

$$y_{32} = w_2 r_{32} = (0,4) (0,187) = 0,075$$

$$y_{41} = w_1 r_{41} = (0,6) (0,621) = 0,373$$

$$y_{42} = w_2 r_{42} = (0,4) (0,218) = 0,087$$

$$y_{51} = w_1 r_{51} = (0,6) (0,546) = 0,328$$

$$y_{52} = w_2 r_{52} = (0,4) (0,374) = 0,150$$

$$Y = \begin{bmatrix} 0,162 & 0,249 \\ 0,193 & 0,249 \\ 0,224 & 0,075 \\ 0,373 & 0,087 \\ 0,328 & 0,150 \end{bmatrix}$$

4. Matriks solusi ideal positif (A⁺) dan matriks solusi ideal negatif (A⁻) berdasarkan rating bobot ternormalisasi y_{ij}. Solusi ideal positif (A⁺) dihitung sebagai berikut:

$$Y = \begin{bmatrix} 0,162 & \mathbf{0,249} \\ 0,193 & 0,249 \\ 0,224 & 0,075 \\ \mathbf{0,373} & 0,087 \\ 0,328 & 0,150 \end{bmatrix}$$

$$A^+ = \{y_1^+ ; y_2^+\}$$

$$A^+ = \{0,373; 0,249\}$$

Solusi ideal negatif (A⁻) dihitung sebagai berikut :

$$Y = \begin{bmatrix} \mathbf{0,162} & 0,249 \\ 0,193 & 0,249 \\ 0,224 & \mathbf{0,075} \\ 0,373 & 0,087 \\ 0,328 & 0,150 \end{bmatrix}$$

$$A^- = \{y_1^- ; y_2^-\}$$

$$A^- = \{0,162; 0,075\}$$

5. Menghitung jarak antara nilai setiap alternatif dengan solusi ideal positif (D⁺) dengan rumus:

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_j^+ - y_{ij})^2}$$

dan jarak antara nilai setiap alternatif dengan solusi ideal negatif (D⁻) dengan rumus:

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - y_j^-)^2}$$

Jarak antara nilai terbobot setiap alternatif terhadap solusi ideal positif :

$$D_1^+ = \sqrt{(y_1^+ - y_{11})^2 + (y_2^+ - y_{12})^2}$$

$$D_1^+ = \sqrt{(0,373 - 0,162)^2 + (0,249 - 0,249)^2}$$

$$D_1^+ = 0,211$$

$$D_2^+ = \sqrt{(y_1^+ - y_{21})^2 + (y_2^+ - y_{22})^2}$$

$$D_2^+ = \sqrt{(0,373 - 0,193)^2 + (0,249 - 0,249)^2}$$

$$D_2^+ = 0,180$$

$$D_3^+ = \sqrt{(y_1^+ - y_{31})^2 + (y_2^+ - y_{32})^2}$$

$$D_3^+ = \sqrt{(0,373 - 0,224)^2 + (0,249 - 0,075)^2}$$

$$D_3^+ = 0,229$$

$$D_4^+ = \sqrt{(y_1^+ - y_{41})^2 + (y_2^+ - y_{42})^2}$$

$$D_4^+ = \sqrt{(0,373 - 0,373)^2 + (0,249 - 0,087)^2}$$

$$D_4^+ = 0,162$$

$$D_5^+ = \sqrt{(y_1^+ - y_{51})^2 + (y_2^+ - y_{52})^2}$$

$$D_5^+ = \sqrt{(0,373 - 0,328)^2 + (0,249 - 0,150)^2}$$

$$D_5^+ = 0,109$$

Jarak antara nilai terbobot setiap alternatif terhadap solusi ideal negatif:

$$D_1^- = \sqrt{(y_{11} - y_1^-)^2 + (y_{12} - y_2^-)^2}$$

$$D_1^- = \sqrt{(0,162 - 0,162)^2 + (0,249 - 0,075)^2}$$

$$D_1^- = 0,175$$

$$D_2^- = \sqrt{(y_{21} - y_1^-)^2 + (y_{22} - y_2^-)^2}$$

$$D_2^- = \sqrt{(0,322 - 0,162)^2 + (0,623 - 0,075)^2}$$

$$D_2^- = 0,177$$

$$D_3^- = \sqrt{(y_{31} - y_1^-)^2 + (y_{32} - y_2^-)^2}$$

$$D_3^- = \sqrt{(0,374 - 0,162)^2 + (0,187 - 0,075)^2}$$

$$D_3^- = 0,063$$

$$D_4^- = \sqrt{(y_{41} - y_1^-)^2 + (y_{42} - y_2^-)^2}$$

$$D_4^- = \sqrt{(0,621 - 0,162)^2 + (0,218 - 0,075)^2}$$

$$D_4^- = 0,211$$

$$D_5^- = \sqrt{(y_{51} - y_1^-)^2 + (y_{52} - y_2^-)^2}$$

$$D_5^- = \sqrt{(0,546 - 0,162)^2 + (0,374 - 0,075)^2}$$

$$D_5^- = 0,182$$

6. Nilai preferensi untuk setiap alternatif (Vi) dengan rumus:

$$V_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+}$$

$$V_1 = \frac{0,175}{0,175 + 0,211} = 0,452$$

$$V_2 = \frac{0,177}{0,177 + 0,180} = 0,495$$

$$V_3 = \frac{0,063}{0,063 + 0,229} = 0,213$$

$$V_4 = \frac{0,211}{0,211 + 0,162} = 0,566$$

$$V_5 = \frac{0,182}{0,182 + 0,109} = 0,626$$

7. Urutkan dari nilai Vi terbesar sampai terkecil yaitu V5, V4, V2, V1, V3. Hasil akhir dari perhitungan dengan metode TOPSIS diperlihatkan seperti tabel 3.

Tabel 3. Hasil perankingan dengan TOPSIS

No	Laptop	C1	C2	Nilai TOPSIS
1.	Asus A490JA	7.299.000	24	0,626
2.	Asus A409JP	8.299.000	14	0,566
3.	Asus A409MA	4.299.000	40	0,495
4.	Asus E402YA	3.599.000	40	0,452
5.	Asus TP203NAH	5.000.000	12	0,213

B. Peramalan Penjualan

Diketahui data penjualan laptop pada CV. Mustika Rajawali diperlihatkan seperti tabel 4.

Tabel 4. Data penjualan laptop

No	Bulan	Total Penjualan
1	Januari	530.817.000
2	Pebruari	96.975.000
3	Maret	39.490.000

Untuk meramalkan penjualan laptop pada CV. Mustika Rajawali dengan menggunakan metode *double exponential smoothing* digunakan persamaan 1, yaitu:

$$St+1 = \alpha Xt + 1 - \alpha St$$

dengan:

St+1 = nilai prediksi ke t+1

Xt = data aktual ke t

α = parameter dengan nilai antara 0 sampai 1

St = nilai peramalan ke t

Untuk menghitung kesalahan error digunakan dengan MAE

$$MAE = \frac{\sum |X_t - F|}{n}$$

dengan

Xt = data sebenarnya terjadi

F = data hasil ramalan

n = banyak data hasil ramalan

C. Peramalan Dengan Nilai α = 0,5

Peramalan dengan nilai α = 0,5 pada bulan Pebruari, Maret dan April:

1. Peramalan untuk bulan Pebruari yaitu:

$$St2 = (0,5) * 530.817.000 + (1-5) * 530.817.000$$

$$St2=530.817.000$$

2. Peramalan untuk bulan Maret yaitu:

$$St3=(0,5)*96.975.000+(1-0,5)*530.817.000$$

$$St3=313,896,000$$

3. Peramalan untuk bulan April yaitu:

$$St4=(0,5)*39.490.000+(1-0,5)*313,896,000$$

$$St4=176.693.000$$

Hasil peramalan penjualan penjualan CV. Mustika Rajawali dengan nilai $\alpha = 0,5$ diperlihatkan pada tabel 5.

Tabel 5. Peramalan penjualan nilai $\alpha = 0,5$

Bulan	Total (Xt)	Hasil Prediksi $\alpha = 0,5$ (F)	MAE (Xt-F)
Januari	530.817.000	530.817.000	0
Pebruari	96.975.000	530.817.000	433.842.000
Maret	39.490.000	313.896.000	274.406.000
	MAE		236.082.667

D. Peramalan Dengan Nilai $\alpha = 0,7$

Peramalan dengan nilai $\alpha = 0,7$ pada bulan Pebruari, Maret dan April:

1. Peramalan untuk bulan Pebruari yaitu:

$$St2=(0,7)*530.817.000+(1-0,7)*530.817.000$$

$$St2=530.817.000$$

2. Peramalan untuk bulan Maret yaitu:

$$St3=(0,7)*96.975.000+(1-0,7)*530.817.000$$

$$St3=227.127.600$$

3. Peramalan untuk bulan April yaitu:

$$St4=(0,7)*39.490.000+(1-0,7)*313,896,000$$

$$St4=95.781.280$$

Hasil peramalan penjualan penjualan CV. Mustika Rajawali dengan nilai $\alpha = 0,7$ diperlihatkan seperti tabel 6.

Tabel 6. Peramalan penjualan nilai $\alpha = 0,7$

Bulan	Total (Xt)	Hasil Prediksi $\alpha = 0,7$ (F)	MAE (Xt-F)
Januari	530.817.000	530.817.000	0
Pebruari	96.975.000	530.817.000	433.842.000
Maret	39.490.000	227.127.600	187.637.600
	MAE		207.159.867

E. Peramalan Dengan Nilai $\alpha = 0,9$

Peramalan dengan nilai $\alpha = 0,9$ pada bulan Pebruari, Maret dan April:

1. Peramalan untuk bulan Pebruari yaitu:

$$St2=(0,9)*530.817.000+(1-0,9)*530.817.000$$

$$St2=530.817.000$$

2. Peramalan untuk bulan Maret yaitu:

$$St3=(0,9)*96.975.000+(1-0,9)*530.817.000$$

$$St3=140.359.200$$

3. Peramalan untuk bulan April yaitu:

$$St4=(0,9)*39.490.000+(1-0,9)* 13,896,000$$

$$St4=49.576.920$$

Hasil peramalan penjualan penjualan CV. Mustika Rajawali dengan nilai $\alpha=0,9$ diperlihatkan seperti tabel 7.

Tabel 7. Peramalan penjualan nilai $\alpha = 0,9$

Bulan	Total (Xt)	Hasil Prediksi $\alpha = 0,9$ (F)	MAE (Xt-F)
Januari	530.817.000	530.817.000	0
Pebruari	96.975.000	530.817.000	433.842.000
Maret	39.490.000	140.359.200	187.637.600
	MAE		178.237.067

Dari hasil perhitungan peramalan penjualan dengan metode *exponential smoothing* didapatkan nilai MAE sebagai berikut:

1. Nilai $\alpha=0,5$ didapatkan nilai MAE sebesar 236.082.667

2. Nilai $\alpha=0,7$ didapatkan nilai MAE sebesar 207.159.867

3. Nilai $\alpha=0,9$ didapatkan nilai MAE sebesar 178.237.067

Tujuan dari metode *exponential smoothing* adalah menentukan nilai α yang meminimumkan MAE. Nilai MAE disebabkan oleh selisih dari total penjualan dengan hasil peramalan. Semakin kecil nilai MAE maka semakin kecil selisih dari total penjualan dan semakin besar nilai MSE maka semakin besar selisih dari total penjualan. Dari ketiga nilai $\alpha=0,5$, $\alpha=0,7$ dan $\alpha=0,9$, nilai MAE terkecil adalah $\alpha=0,9$ sehingga peramalan penjualan laptop dengan metode *exponential smoothing* menggunakan nilai $\alpha=0,9$.

V. KESIMPULAN

Perangkingan dan peramalan penjualan laptop pada CV. Mustika Rajawali menggunakan metode TOPSIS dan *double exponential smoothing* dapat digunakan untuk meramalkan penjualan laptop untuk periode berikutnya. Perangkingan penjualan laptop dengan metode TOPSIS didapatkan urutan penjualan laptop Asus A490JA, Asus A409JP, Asus A409MA, Asus E402YA, Asus TP203NAH. Prediksi penjualan laptop pada CV. Mustika Rajawali dengan nilai $\alpha = 0,1$ sampai dengan $\alpha = 0,9$ didapatkan nilai MAE terkecil menggunakan $\alpha = 0,9$ yaitu sebesar 178.237.067 sehingga prediksi penjualan CV. Mustika Rajawali dengan metode *exponential smoothing* menggunakan nilai $\alpha = 0,9$.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Swastha, *Manajemen Penjualan*, 3rd ed. Yogyakarta: BPFE, 2012.
- [2] Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan: (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R & D)*. Bandung: Alfabeta, 2008.
- [3] B. Santosa, *Data Mining Teknik Pemanfaatan Data untuk Keperluan Bisnis*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2007.
- [4] S. Makridakis, S. C. Wheelwright, and V. E. McGee, *Metode dan Aplikasi: Peramalan Jilid 1: Edisi Kedua*. Jakarta: Binarupa Aksara, 1999.
- [5] S. Kusumadewi and H. Purnomo, *Aplikasi Logika Fuzzy: Untuk Pendukung Keputusan*, 2nd ed. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.
- [6] K. Margi S and S. Pendawa, "Analisa Dan

- Penerapan Metode Single Exponential Smoothing Untuk Prediksi Penjualan Pada Periode Tertentu (Studi Kasus: PT.Media Cemara Kreasi),” *Pros. SNATIF*, no. 1998, pp. 259–266, 2015.
- [7] F. Kasim, M. H. Koniyo, and D. Novian, “Penerapan Metode Exponential Smoothing Ganda Untuk Memprediksi Nilai Penjualan Barang,” *Skripsi, Tek. Inform. Univ. Negeri Gorontalo*, 2015.
- [8] N. Sidik, “Forecasting Volume Produksi Tanaman Pangan, Tanaman Perkebunan Rakyat Kab. Magelang dengan Metode Exponential Smoothing Berbantu Minitab,” *Skripsi, Jur. Mat. Fak. Mat. Dan Ilmu Pengetah. Alam Univ. Negeri Semarang*, 2010.
- [9] N. J. Awat, *Metode Peramalan Kuantitatif*. Yogyakarta: Liberty, 1990.
- [10] M. Marbun and B. Sinaga, *Buku Ajar Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Hasil Belajar / 1 STMIK Pelita Nusantara Medan*. 2015.