

FORECASTING BISNIS

Teori dan Penerapannya



Sri Herawati
Novi Prastiti
Imamah

FORECASTING BISNIS

Teori dan Penerapannya

Sri Herawati
Novi Prastiti
Imamah



FORECASTING BISNIS

Teori dan Penerapannya

Penulis:
Sri Herawati
Novi Prastiti
Imamah

Editor:
Syifa Ismayanti
Layouter :
Tim Kreatif PRCI

Cover:
Rusli

Cetakan Pertama : Oktober 2024

Hak Cipta 2024, pada Penulis. Diterbitkan pertama kali oleh:

Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia
ANGGOTA IKAPI JAWA BARAT
Pondok Karisma Residence Jalan Raflesia VI D.151
Panglayungan, Cipedes Tasikmalaya – 085223186009

Website : www.rcipress.rcipublisher.org
E-mail : rumahcemerlangindonesia@gmail.com

Copyright © 2024 by Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia
All Right Reserved

- Cet. I – : Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia, 2024
; 18 x 25cm
ISBN : 978-623-8750-62-7

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak buku ini dalam bentuk dan dengan
cara apapun tanpa izin tertulis dari penulis dan penerbit

Undang-undang No.19 Tahun 2002 Tentang
Hak Cipta Pasal 72

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya kepada kami sehingga kami berhasil menyelesaikan Buku dengan judul Forecasting Bisnis Teori dan Penerapannya sesuai yang ditargetkan.

Buku ini berisikan pengantar peramalan bisnis yang memuat pengertian forecasting bisnis, ruang lingkup forecasting bisnis, manfaat forecasting bisnis, serta pendekatan dalam peramalan.

Dalam buku ini juga membahas model-model peramalan bisnis, tolak ukur akurasi model dan pola data, model tren, model rata-rata, model smoothing eksponensial, model dekomposisi, model holt winter, model regresi linear, dan model regresi non linear. Kami menyadari bahwa Buku ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun selalu kami harapkan demi kesempurnaan buku ini.

Akhir kata, kami sampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam penyusunan Buku ini dari awal sampai akhir. Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa meridhoi segala usaha kita. Amin.

Oktober 2024, Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	vi
BAB I PENGANTAR PERAMALAN BISNIS	1
A. Pengertian Forecasting Bisnis	1
B. Ruang Lingkup Forecasting Bisnis	1
C. Manfaat Forecasting Bisnis	2
D. Pendekatan Dalam Peramalan	2
E. Latihan Soal	3
 BAB II MODEL-MODEL PERAMALAN BISNIS, TOLAK UKUR AKURASI	
MODEL DAN POLA DATA	4
A. Model Forecasting Bisnis	4
B. Identifikasi Pola Data	5
C. Tolak Ukur Akurasi	7
D. Latihan Soal	14
 BAB III MODEL TREN	16
A. Definisi Model Tren	16
B. Model Tren Linear	16
C. Model Tren Non Linear	33
D. Latihan Soal	47
 BAB IV MODEL RATA-RATA	49
A. Model Naive	49
B. Model Rata-rata	58
C. Latihan Soal	69
 BAB V MODEL SMOOTHING EKSPONENSIAL	71
A. Metode Single Eksponential Smoothing	71
B. Metode Double Eksponential Smoothing	72
C. Metode Triple Eksponential Smoothing	72
D. Latihan Soal	91
 BAB VI MODEL DEKOMPOSISI	93
A. Pengertian Dekomposisi	93
B. Jenis model dekomposisi	94

C. Penerapan model mekomposisi menggunakan Minitab	95
D. Integrasi Peramalan Dengan Bisnis Cerdas Untuk Analisis Prediktif	108
E. Latihan Soal	118
 BAB VII MODEL HOLT WINTER	 120
A. Pengantar Model <i>Holt Winter</i>	120
B. Jenis Model Holt Winter	121
C. Latihan Soal	128
 BAB VIII MODEL REGRESI LINEAR	 131
A. Pengantar Model Regresi	131
B. Model Regresi Linear	131
C. Latihan Soal	140
 BAB IX MODEL REGRESI NON LINEAR	 142
A. Model Regresi Non Linear	142
B. Metode Peramalan Kualitatif	144
C. Latihan Soal	145
 DAFTAR PUSTAKA	 147

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Pola data tren	6
Gambar 2. Pola data musiman	6
Gambar 3. Pola data siklis	7
Gambar 4. Grafik tracking signal	14
Gambar 5. Grafik perbandingan data aktual dengan hasil peramalan metode least square	22
Gambar 6. Tracking signal hasil forecasting dengan metode least square	25
Gambar 7. Grafik perbandingan data aktual dengan hasil peramalan metode moment	30
Gambar 8. Tracking signal hasil forecasting dengan metode moment	33
Gambar 9. Grafik Perbandingan Data Aktual Dengan Hasil Peramalan Metode Tren Kuadrat	37
Gambar 10. Grafik tracking signal dengan hasil peramalan tren kuadrat	39
Gambar 11. Grafik perbandingan data aktual dengan hasil peramalan menggunakan tren eksponensial	44
Gambar 12. Grafik tracking signal dengan hasil peramalan tren eksponensial	47
Gambar 13. Grafik jumlah penjualan produk X	53
Gambar 14. Tampilan Awal Minitab	95
Gambar 15. Input Data Pada Window Minitab	95
Gambar 16. Perhitungan Decomposition Additive Minitab	96
Gambar 17. Pengaturan metode Decomposition Additive Minitab	96
Gambar 18. Pengaturan Perhitungan Desomposition Time	97
Gambar 19. Forecasting Metode Additive Decomposition Minitab	97
Gambar 20. Import Data Power BI	109
Gambar 21. Import File Excel Pada Power BI	109
Gambar 22. Load Data Excel Ke Power BI	109
Gambar 23. Data Berhasil di Load	110
Gambar 24. Membuat Dashboard visulisasi	110
Gambar 25. Visualisasi Jumlah Pertumbuhan UMKM Kab. Bangkalan	111
Gambar 26. Visualisasi perbandingan data aktual dan forecast Kec. Blega	111
Gambar 27. Visualisasi Data Aktual Jumlah Pertumbuhan UMKM Kabupaten Bangkalan Berdasarkan Kecamatan	112
Gambar 28. Hasil Visualisasi Data Forecasting Jumlah keseluruhan Pertumbuhan UMKM Kabupaten Bangkalan Berdasrkan Kecamatan	112
Gambar 29. Hasil Visualisasi Map dan Data Aktual Pertumbuhan UMKM	112
Gambar 30. Hasil Visualisasi Data Pertumbuhan UMKM Kabupaten Bangkalan berdasarkan Lapangan Usaha	113
Gambar 31. Visualisasi Jumlah Pertumbuhan UMKM berdasarkan Lapangan Usaha dengan pilih kecamatan	114
Gambar 32. Hasil Visualisasi Data Pertumbuhan UMKM Kabupaten Bangkalan berdasarkan Jenis Pertanian dan non pertanian	115

Gambar 33. Visualisasi Jumlah Pertumbuhan UMKM berdasarkan sektor pertanian dan non pertanian	116
Gambar 34. Hasil Visualisasi Jumlah Pertumbuhan UMKM Kabupaten Bangkalan Berdasarkan Perhitungan Forecast	117
Gambar 35. Hasil Visualisasi Keseluruhan Jumlah Pertumbuhan UMKM Berdasarkan Data Aktual dan Data Forecast Tiap Kecamatan	117

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kategori nilai MAPE	8
Tabel 2. Perbandingan data aktual dengan hasil forecasting	10
Tabel 3. Hasil perhitungan nilai kesalahan	11
Tabel 4. Perhitungan untuk tracking signal	12
Tabel 5. Perbandingan data aktual dengan hasil forecasting	15
Tabel 6. Penentuan nilai X dengan jumlah data ganjil	17
Tabel 7. Penentuan nilai X dengan jumlah data genap	17
Tabel 8. Data aktual jumlah kunjungan wisatawan	18
Tabel 9. Perhitungan nilai Forecast dengan metode least square	19
Tabel 10. Perhitungan nilai <i>tracking signal</i> untuk hasil peramalan metode <i>least square</i>	22
Tabel 11. Penentuan nilai X untuk metode <i>moment</i>	25
Tabel 12. Data aktual jumlah kunjungan wisatawan	26
Tabel 13. Hasil peramalan dengan metode <i>moment</i>	27
Tabel 14. Perhitungan nilai tracking signal untuk hasil peramalan metode <i>moment</i>	30
Tabel 15. Data penjualan produk X	34
Tabel 16. Hasil Peramalan Data Penjualan Menggunakan Tren Kuadratik	34
Tabel 17. Tracking signal dengan hasil peramalan tren kuadratik	37
Tabel 18. Hasil peramalan data penjualan dengan tren eksponensial	41
Tabel 19. Tracking signal dengan hasil peramalan tren eksponensial	44
Tabel 20. Data Penjualan produk X	47
Tabel 21. Data Penjualan produk X	50
Tabel 22. Hasil peramalan dengan model naive untuk data stasioner	50
Tabel 23. Hasil peramalan dengan model naive untuk data tren	53
Tabel 24. Hasil peramalan dengan model naive untuk data musiman	56
Tabel 25. Perhitungan peramalan menggunakan metode simple average	60
Tabel 26. Perhitungan peramalan menggunakan metode <i>moving average</i>	63
Tabel 27. Perhitungan peramalan dengan metode <i>Double moving average</i>	66
Tabel 28. Data penjualan produk abc	69
Tabel 29. Data jumlah permintaan produk	73
Tabel 30. Perhitungan peramalan menggunakan <i>single eksponential smoothing</i>	74
Tabel 31. Perhitungan peramalan menggunakan <i>double eksponential smoothing</i>	76
Tabel 32. Perhitungan peramalan menggunakan <i>triple eksponential smoothing</i>	82

Tabel 33. Data jumlah kunjungan wisatawan ke Sumenep	91
Tabel 34. Data penjualan produk UMKM 'XYZ'	98
Tabel 35. Perhitungan peramalan dengan model dekomposisi aditif	99
Tabel 36. Data jumlah produksi produk makanan ringan	118
Tabel 37. Data penjualan produk Makanan ringan	121
Tabel 38. Peramalan penjualan produk dengan metode holt winter aditif	122
Tabel 39. Data jumlah permintaan produk makanan ringan	129
Tabel 40. Data Jumlah penjualan produk UMKM	133
Tabel 41. Perhitungan peramalan jumlah penjualan dengan regresi linear sederhana	133
Tabel 42. Ukuran korelasi antar variabel	136
Tabel 43. Data penjualan produk, harga dan biaya promosi	136
Tabel 44. Perhitungan peramalan jumlah penjualan dengan regresi linear berganda	137
Tabel 45. Data volume penjualan Batik UKM 'xyz'	140
Tabel 46. Data Jumlah penjualan produk UMKM	142
Tabel 47. Perhitungan jumlah penjualan dengan regresi non linear kuadratik	143
Tabel 48. Data volume penjualan produk camilan	145

BAB I

PENGANTAR PERAMALAN BISNIS

A. Pengertian Forecasting Bisnis

Forecasting (peramalan) merupakan usaha untuk memprediksi keadaan di masa yang akan datang melalui pengujian keadaan masa lalu. Forecasting adalah salah satu cara memprediksi kejadian di masa depan dengan menggunakan metode ilmiah yang dilakukan secara sistematis. Forecasting bertujuan untuk menguji perkembangan saat ini dan keterkaitannya dengan masa mendatang. Forecasting juga menyediakan informasi dalam pengambilan keputusan dengan tujuan mengurangi tingkat ketidakpastian masa depan.

Forecasting bisnis merupakan proses memperkirakan kejadian hasil masa depan yang berhubungan dengan bisnis. Forecasting bisnis bertujuan membantu organisasi, perusahaan atau pelaku bisnis baik dalam perencanaan, pengambilan keputusan, dan pengelolaan operasional bisnis yang lebih efektif. Forecasting bisnis dilakukan berdasarkan data historis dan analisis tren. Sementara metode yang digunakan merupakan proyeksi berdasarkan ilmu statistik, diskusi, dan review dari program secara reguler atau teratur. Keberhasilan forecasting bukan hanya sekedar akurasi, namun bersifat pembelajaran terhadap data-data yang ada di masa lalu.

Ciri-ciri forecasting bisnis antara lain:

- Fokus memperkirakan kondisi, permintaan, dan tren untuk masa yang akan datang, bukan hanya menggunakan data historis.
- Fleksibel dan dapat diperbarui secara berkala seiring dengan perubahan kondisi pasar atau ketersediaan data baru.
- Memberikan pandangan yang lebih komprehensif karena melibatkan berbagai disiplin ilmu, termasuk statistik, ekonomi, pemasaran, dan manajemen operasional.
- Menggunakan berbagai metode kuantitatif dan kualitatif untuk menghasilkan prediksi.

B. Ruang Lingkup Forecasting Bisnis

Ruang lingkup forecasting bisnis dibedakan menjadi tiga bagian antara lain :

1. Jangka Pendek (*Short Term*) meliputi kurun waktu mulai dari harian, musiman bahkan sampai satu tahun. Peramalan cenderung fokus pada keputusan operasional yang spesifik, seperti : penentuan pemesanan kembali persediaan barang (reorder point), permintaan produk, penjualan, produksi, dan persediaan. Peramalan jangka pendek bersifat responsif

terhadap perubahan, sehingga memungkinkan untuk segera menyesuaikan strategi.

2. Jangka Menengah (*Medium Term*) meliputi kurun waktu 1 sampai 5 tahun, seperti : perencanaan produksi, perencanaan penjualan, anggaran, investasi, dan pengembangan produk. Peramalan jangka menengah memiliki ketepatan prediksi yang cukup tinggi, meskipun adanya peningkatan ketidakpastian.
3. Jangka Panjang (*Long Term*) meliputi peramalan untuk kurun waktu minimal lima tahun. Umumnya berdasarkan intuisi dan pengalaman seseorang, seperti : perencanaan lokasi pabrik atau perencanaan pembuatan produk baru. Peramalan ini berfokus pada keputusan strategis dan perencanaan jangka panjang. Peramalan juga sering diperbaharui secara berkala menyesuaikan perubahan lingkungan bisnis, teknologi dan tren.

C. Manfaat Forecasting Bisnis

Manfaat forecasting bisnis dalam kegiatan bisnis antara lain :

1. Manajer produksi menggunakan untuk menentukan kebutuhan bahan baku yang akan di beli di masa mendatang.
2. Manajer keuangan menggunakannya untuk menyusun anggaran kas atau penyusunan penganggaran modal.
3. Manajer pemasaran menggunakannya untuk prediksi sejumlah produk dalam menentukan target penjualan, sehingga memudahkan dalam penyusunan anggaran promosi, media promosi, target penjualan untuk tiap area penjualan, dan jumlah sales yang akan di rekrut.
4. Manajer sumber daya manusia menggunakannya dalam perekrutan tenaga kerja baru dan penyusunan anggaran gaji.

Selain itu, manfaat forecasting bisa digunakan untuk prediksi tingkat pertumbuhan ekonomi, pertumbuhan tenaga kerja, jumlah penduduk dan penyebarannya, tingkat pendapatan nasional per kapita, tingkat inflasi, jumlah kunjungan wisatawan, prediksi harga saham, dan lain-lain.

D. Pendekatan Dalam Peramalan

Peramalan mempunyai dua pendekatan umum dalam menghasilkan prediksi, antara lain :

1. Peramalan kuantitatif merupakan peramalan yang menggunakan berbagai model matematis berdasarkan data masa lalu dan variabel sebab-akibat. Asumsi yang digunakan bahwa pola data masa lalu akan berlanjut atau berulang di masa yang akan datang. Sehingga, peramalan akan memberikan hasil yang lebih akurat apabila data masa lalu relevan. Peramalan ini menggunakan data numerik yang dapat diukur dan dihitung, seperti :

jumlah kunjungan wisatawan, jumlah umkm, angka penjualan, produksi, permintaan, atau data yang berhubungan dengan kegiatan ekonomi. Ketika peramalan menggunakan data yang tidak jelas pola datanya, maka hasil peramalan akan kurang akurat dan tidak dapat diandalkan. Pendekatan peramalan ini mempunyai beberapa kelebihan yaitu mampu menangani data dengan jumlah yang besar, memberikan hasil yang konsisten dari waktu ke waktu, dan dapat diulang.

2. Peramalan kualitatif merupakan peramalan yang menggabungkan faktor-faktor, seperti : intuisi, pendapat, pengalaman pribadi, dan sistem nilai pengambilan keputusan. Pendekatan ini digunakan jika data masa lalu tidak tersedia, sulit didapatkan, atau tidak relevan lagi dengan situasi yang ada, seperti: pengembangan produk baru, perkembangan tren pasar, atau perubahan dalam kebijakan.

E. Latihan Soal

1. Menurut Anda, mengapa forecasting bisnis ini dibutuhkan dalam kegiatan bisnis!
2. Sebutkan kelebihan dan kekurangan dari forecasting bisnis?

BAB II

MODEL-MODEL PERAMALAN BISNIS, TOLAK UKUR AKURASI MODEL DAN POLA DATA

A. Model Forecasting Bisnis

Peramalan kuantitatif dibedakan menjadi dua jenis model yaitu:

1. Model *time series* / runtun waktu

Model ini menggunakan data yang diurutkan berbasis waktu (harian, mingguan, bulanan, dan lain-lain). Model mengasumsikan bahwa pola data masa lalu akan berulang dimasa yang akan datang. Model runtun waktu ditentukan oleh informasi yang berkualitas dan akurat serta waktu atau periode dari pengumpulan data-data tersebut. Rumus umum untuk model runtun waktu sebagai berikut:

$$Y_t = f(X_{t-1}, X_{t-2}, \dots, X_{(t-n)})$$

Contoh : peramalan jumlah kunjungan wisatawan pada sektor pariwisata tahun 2019 (Y_{2019}) berdasarkan data tahun sebelumnya yaitu tahun 2018 (Y_{2019-1}), tahun 2017 (Y_{2019-2}), dan seterusnya sebanyak data yang ada.

Model runtun waktu mempunyai beberapa kelebihan, antara lain :

- Prediksi yang akurat, karena model ini memiliki pola data yang cenderung stabil dan berulang.
 - Metode yang digunakan ada yang sederhana, sehingga mudah diterapkan
- Model runtun waktu juga memiliki beberapa kekurangan, antara lain:
- Kurang efektif, jika data historis mengalami perubahan yang sangat signifikan.
 - Kurang akurat, jika data tidak lengkap dan relevan.
 - Kurang cocok untuk menghasilkan peramalan jangka panjang karena faktor-faktor eksternal yang sulit untuk diprediksi.

2. Model kausal

Model ini berdasarkan atas hubungan sebab akibat (kausal) antara suatu variabel (dependen/terikat) dengan lebih dari satu variabel (independen/bebas). Rumus umum untuk model kausal sebagai berikut:

$$Y_t = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$$

Contoh : peramalan jumlah kunjungan wisatawan tahun 2019 (Y_{2019}) berdasarkan biaya perjalanan dalam berkunjung selama ini (X_1), pendapatan (X_2), dan seterusnya.

Model kausal mempunyai beberapa kelebihan, antara lain :

- Membantu pengambilan keputusan strategis berbasis data dengan menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhinya.
- Memberikan prediksi yang lebih akurat dan dapat dipercaya jika situasinya relevan.

Model kausal juga memiliki beberapa kekurangan, antara lain:

- Berdasarkan asumsi yang tidak selalu benar dan sulit dibuktikan.
- Sulit membuktikan hubungan kausal antara variabel dependen dan independen.
- Membutuhkan teknik dan analisis yang lebih kompleks.

B. Identifikasi Pola Data

Pola data merupakan salah satu cara memahami karakteristik atau struktur tertentu yang muncul dalam data historis. Identifikasi pola data dapat membantu dalam merespon perubahan, sehingga dapat menghasilkan prediksi yang lebih akurat. Pola data dalam peramalan dibedakan menjadi dua jenis antara lain:

1. Pola Data Stasioner

Pola data yang mempunyai nilai rata-rata tidak berubah dari waktu ke waktu (stabil). Misalnya : Jika data jumlah kunjungan wisatawan X selama tahun 2000-2018 bersifat stasioner dengan nilai rata-rata 1200 orang, maka jumlah kunjungan wisatawan X untuk tahun 2019 adalah 1200 orang.

Ciri-ciri data stasioner antara lain :

- Data memiliki nilai rata-rata yang konstan dan tidak berubah dari waktu ke waktu.
- Varians atau penyebaran data tetap konstan yang menyatakan bahwa data tidak menunjukkan fluktuasi yang meningkat atau menurun.
- Data tidak memiliki tren baik naik atau turun dalam jangka panjang.
- Tidak memiliki pola musiman yang menunjukkan fluktuasi muncul secara berkala pada interval waktu yang tetap.
- Memiliki autokorelasi atau hubungan antara nilai data tidak berubah secara signifikan.

2. Pola data non stasioner

Pola data yang mempunyai nilai rata-rata berubah-ubah dari waktu ke waktu (tidak stabil).

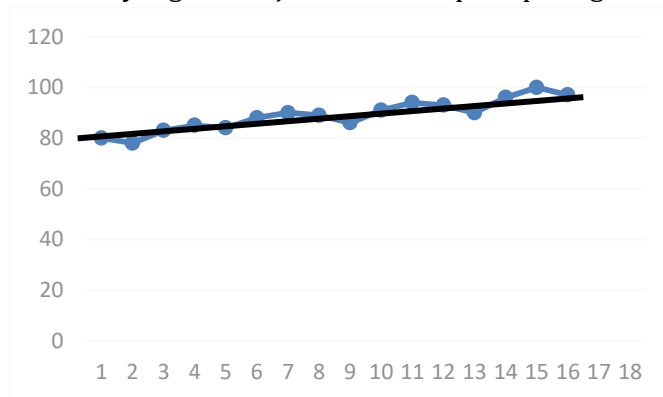
Ciri-ciri data non stasioner antara lain :

- Data memiliki nilai rata-rata berubah dari waktu ke waktu.
- Varians atau penyebaran berubah dari waktu ke waktu.

- Data memiliki tren baik naik atau turun secara konsisten dalam jangka waktu tertentu.
- Memiliki pola musiman yang menunjukkan fluktuasi muncul secara berkala pada interval waktu yang tetap.
- Memiliki autokorelasi atau hubungan antara nilai data berbeda sesuai waktu.

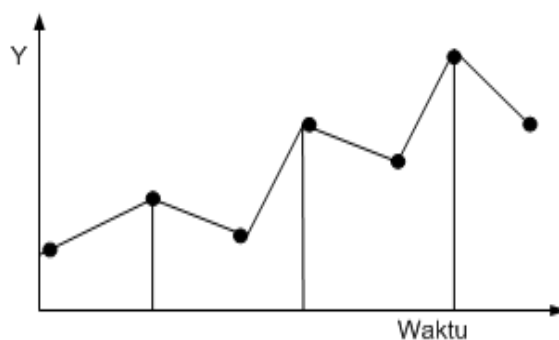
Pola data non stasioner dibedakan menjadi empat jenis, yaitu:

- Tren, pola data yang memiliki pergerakan sedikit demi sedikit meningkat atau menurun selama periode tertentu. Pola data ini dipengaruhi seperti perubahan pendapatan, populasi, penyebaran umur, atau pandangan budaya. Pola data yang menunjukkan tren seperti pada gambar 1.

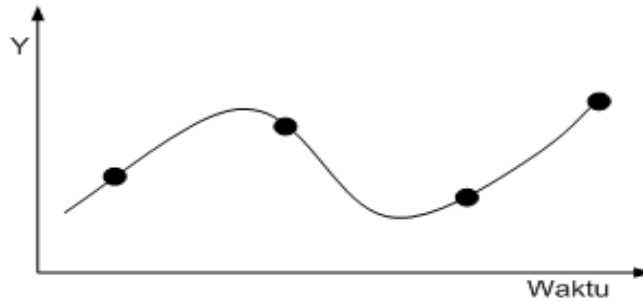


Gambar 1. Pola data tren

- Musiman, pola data yang berulang pada kurun waktu tertentu, seperti : harian, mingguan, bulanan, atau kuartal, seperti: permintaan buku pada saat siswa mulai masuk sekolah, permintaan baju muslim pada saat mulai masuk hari raya, produksi buah-buahan sesuai musimnya, dan sebagainya. Pola data yang menunjukkan musiman seperti pada gambar 2.
- Siklis, pola data yang terjadi setiap beberapa tahun. Fluktuasi bergelombang yang terjadi disekitar tren. Pola data siklis sulit dilakukan karena adanya pengaruh kejadian politik ataupun kerusuhan internasional. Pola data siklis seperti ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 2. Pola data musiman



Gambar 3. Pola data siklis

- *Irregular*, pola data yang terjadi karena kejadian yang tidak terduga, tidak teratur, durasinya pendek, tidak berulang, dan bersifat random, seperti: gempa bumi, perang, aksi terorisme, dan lain-lain.

C. Tolak Ukur Akurasi

Tolak ukur akurasi merupakan metrik yang digunakan untuk mengukur performansi atau kinerja forecasting dilihat dari kesalahan forecasting (forecasting error). Tolak ukur kinerja forecasting adalah semakin kecil kesalahan, maka semakin akurat hasil forecasting. Metrik ini sangat penting untuk memilih atau mengevaluasi model peramalan yang optimal.

Tolak ukur akurasi forecasting antara lain :

1. *Mean Square Error (MSE)*

MSE merupakan rata-rata selisih dari nilai aktual dan hasil prediksi yang dikuadratkan.

Rumus umum MSE sebagai berikut :

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2}{n}$$

Dimana

A_t = Data Aktual pada waktu t

F_t = Data forecasting pada waktu t

n = jumlah data

2. *Root Mean Square Error (RMSE)*.

RMSE adalah hasil dari akar kuadrat *Mean Square Error*. Rumus umum RMSE sebagai berikut :

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2}{n}}$$

3. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

MAPE merupakan rata-rata kesalahan absolut prakiraan dalam bentuk persentasenya terhadap data aktualnya. Semakin kecil nilai persentase kesalahan pada MAPE, maka semakin akurat hasil peramalan tersebut. Rumus umum MAPE sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{100}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|$$

Model peramalan masih bisa digunakan selama tidak lebih dari 50%. Jika nilai persentase sudah diatas 50%, maka model tersebut sudah tidak bisa digunakan. Kategori nilai MAPE dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kategori nilai MAPE

No	MAPE	Kategori
1	< 10%	Sangat baik
2	10% - 20%	Baik
3	20% - 50%	Layak
4	> 50%	Tidak akurat

4. Symmetric Mean Absolute Percentage Error (sMAPE).

sMAPE merupakan pembaharuan dari MAPE. sMAPE ini digunakan untuk mengatasi masalah jika nilai data deret waktu mendekati nol atau sama dengan nol. sMAPE memberikan bobot yang sama pada kesalahan peramalan yang terlalu tinggi dan terlalu rendah. sMAPE memiliki batas atas maupun batas bawah. Kisaran nilai sMAPE berada antara 0% sampai 200%, meskipun pada kenyataannya kisaran antara 0% sampai 100% dianggap lebih bisa menampilkan akurasi. Kategori nilai sMAPE sama seperti nilai MAPE. Rumus sMAPE sebagai berikut:

$$sMAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|A_t - F_t|}{(|A_t| + |F_t|)/2} \times 100\%$$

5. Error percentage (PE) atau presentase kesalahan.

PE digunakan sebagai presentase perbedaan antara prediksi dan nilai aktual.

Rumus PE sebagai berikut:

$$PE_t = \left(\frac{|A_t - F_t|}{A_t} \right) \times 100\%$$

6. *Mean Absolute Deviation (MAD)*

MAD berisi nilai yang dihitung dengan mengambil jumlah nilai absolut dari setiap kesalahan peramalan dibagi dengan jumlah periode data (n). Rumus MAD sebagai berikut:

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |A_t - F_t|$$

7. *Tracking signal*

Tracking signal merupakan ukuran yang digunakan melalui perbandingan kesalahan peramalan dan kesalahan kumulatif. *Tracking signal* bisa juga diperoleh dari hasil pembagian antara *Running Sum of The Forecast Error* (RSFE) dengan *Mean Absolute Deviation* (MAD). *Tracking signal* melakukan evaluasi terhadap model peramalan agar tidak cenderung *over-predict* (memprediksi terlalu tinggi) atau *under-predict* (memprediksi terlalu rendah). Dengan kata lain, *tracking signal* memastikan model dalam batas kontrol (*threshold*) yang signifikan dalam menghasilkan prediksi dengan ketentuan, yaitu :

- Tracking signal* dengan nilai ± 4 atau antara nilai -4 sampai dengan +4 menyatakan model peramalan tidak perlu penyesuaian dan dianggap akurat.
- Tracking signal* di atas +4 menyatakan model menghasilkan peramalan *under-predict* (terlalu rendah), sehingga perlu peningkatan nilai prediksi.
- Tracking signal* di bawah -4 menyatakan model menghasilkan peramalan *over-predict* (terlalu tinggi), sehingga perlu penurunan nilai prediksi.

Rumus tracking signal berikut :

$$\text{Tracking signal} = \frac{\text{RSFE}}{\text{MAD}}$$

8. *Standard Error of Estimate (SEE)*

SEE adalah ukuran untuk menilai ketepatan peramalan atau seberapa akurat estimasi tersebut. Rumus SEE sebagai berikut:

$$SEE = \sqrt{\sum_{t=1}^n \frac{(A_t - F_t)^2}{(n - f)}}$$

Dimana

A_t = Data Aktual pada waktu t

F_t = Data forecasting pada waktu t

n = jumlah data

f = derajat kebebasan, yaitu:

- 1 untuk pola data konstan
- 2 untuk pola data trend
- 3 untuk pola data siklis

Contoh Kasus :

Berdasarkan perbandingan data aktual dan hasil forecasting untuk data kunjungan wisatawan ke Kabupaten Sumenep dari bulan November 2018 sampai dengan bulan Desember 2019 pada Tabel 2. tentukan:

- 1) nilai MSE, RMSE, MAD, MAPE, dan sMAPE
- 2) tracking signal.

Tabel 2. Perbandingan data aktual dengan hasil forecasting

Periode	Data Forecast	Data Aktual
1	114268	109964
2	112361	129721
3	113300	88662
4	102188	75870
5	108880	99016
6	113080	154670
7	57205	29260
8	187224	255705
9	152041	97828
10	62288	78258
11	130847	101861
12	162065	148758
13	174753	166556
14	158332	200430

Jawaban :

- 1) Untuk menjawab contoh soal nomor 1, buatlah tabel perhitungan nilai seperti Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil perhitungan nilai kesalahan

Periode	Data Forecast (F)	Data Aktual (A)	A-F	A-F
1	114268	109964	-4304	4304
2	112361	129721	17360	17360
3	113300	88662	- 24638	24638
4	102188	75870	- 26318	26318
5	108880	99016	-9864	9864
6	113080	154670	41590	41590
7	57205	29260	- 27945	27945
8	187224	255705	68481	68481
9	152041	97828	- 54213	54213
10	62288	78258	15970	15970
11	130847	101861	- 28986	28986
12	162065	148758	- 13307	13307
13	174753	166556	-8197	8197
14	158332	200430	42098	42098
Jumlah				383271

$$a) \quad MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2}{n}$$

$$MSE = \frac{14967946293}{14} = 1069139021$$

$$b) \quad RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2}{n}}$$

$$RMSE = \sqrt{MSE}$$

$$RMSE = \sqrt{1069139021}$$

$$= 32697,69$$

$$c) \quad MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |A_t - F_t|$$

$$MAD = 383271/14$$

$$= 27377$$

$$d) \quad MAPE = \frac{100\%}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|$$

$$MAPE = 378,06/14$$

$$= 27 \%$$

$$e) \quad sMAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|A_t - F_t|}{(|A_t| + |F_t|)/2} \times 100\%$$

$$sMAPE = (3,36 / 14) \times 100\% = 24 \%$$

2) Tracking signal

Untuk menjawab contoh soal nomor 2, buatlah tabel perhitungan nilai seperti Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Perhitungan untuk tracking signal

Periode	Forecast	Aktual	Error = A-F	RSFE= komulatif dari error	abs error	Kumulatif abs error	MAD	Tracking signal
1	114268	109964	-4304	-4304	4304	4304	4304	-1.0
2	112361	129721	17360	13056	17360	21664	10832	1.2
3	113300	88662	-24638	-11582	24638	46302	15434	-0.8
4	102188	75870	-26318	-37900	26318	72620	18155	-2.1
5	108880	99016	-9864	-47764	9864	82484	16497	-2.9
6	113080	154670	41590	-6174	41590	124074	20679	-0.3
7	57205	29260	-27945	-34119	27945	152019	21717	-1.6
8	187224	255705	68481	34362	68481	220500	27563	1.2
9	152041	97828	-54213	-19851	54213	274713	30524	-0.7
10	62288	78258	15970	-3881	15970	290683	29068	-0.1
11	130847	101861	-28986	-32867	28986	319669	29061	-1.1
12	162065	148758	-13307	-46174	13307	332976	27748	-1.7
13	174753	166556	-8197	-54371	8197	341173	26244	-2.1
14	158332	200430	42098	-12273	42098	383271	27377	-0.4
				-263842			305202	

Nilai RSFE (komulatif dari error) dan tracking sidgnal pada Tabel 4 diperoleh dari :

Periode 1: RSFE = nilai error pada periode 1
= -4304

Tracking signal= RSFE / MAD
= -4304/4304
= -1,0

Periode 2: RSFE = nilai RSFE periode 1 + nilai error periode 2
= -4304 + 17360
= 13056

Tracking signal= 13056 / 10832
= 1,2

Periode 3: RSFE = nilai RSFE periode 2 + nilai error periode 3
= 13056 + (-24638)
= -11582

Tracking signal= -11582 / -11582
= -0,8

Periode 4: RSFE = nilai RSFE periode 3 + nilai error periode 4
= -11582 + (-26318)
= -37900

Tracking signal= -37900/18155
= -2,1

Periode 5 : RSFE = nilai RSFE periode 4 + nilai error periode 5
 = -37900 + (-9864)
 = -47764
 Tracking signal= -47764/ 16497
 = -2,9

Periode 6 : RSFE = nilai RSFE periode 5 + nilai error periode 6
 = -47764 + 41590
 = -6174
 Tracking signal= -6174 / 20679
 = -0,3

Periode 7: RSFE = nilai RSFE periode 6 + nilai error periode 7
 = -6174 + (-27945)
 = -34119
 Tracking signal= -34119 /21717
 = -1,6

Periode 8: RSFE = nilai RSFE periode 7 + nilai error periode 8
 = -34119 + 68481
 = 34362
 Tracking signal = 34362 / 27563
 = 1,2

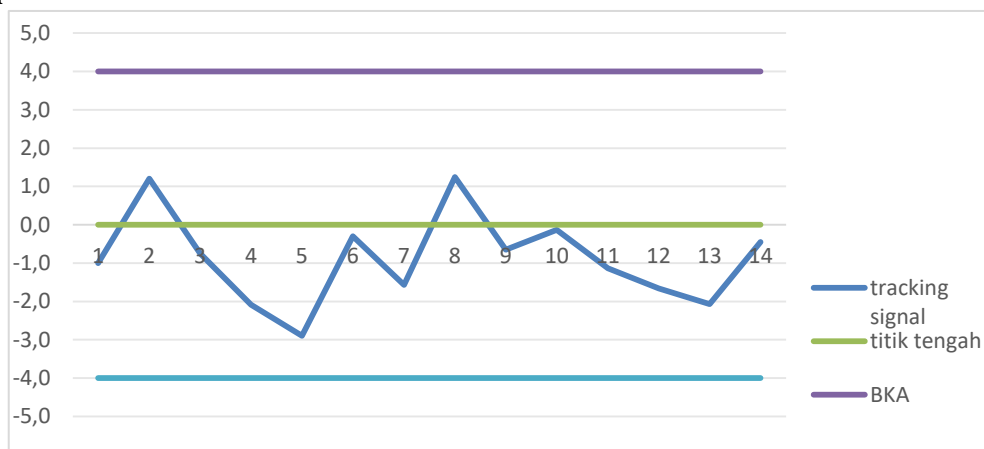
Periode 9: RSFE = nilai RSFE periode 8 + nilai error periode 9
 = 34362+ (-54213)
 = -19851
 Tracking signal= (-19851) / 30524
 = - 0,7

Periode 10: RSFE = nilai RSFE periode 9 + nilai error periode 10
 = (-19851) + 15970
 = -3881
 Tracking signal= -3881 / 29068
 = -0,1

Periode 11: RSFE = nilai RSFE periode 10 + nilai error periode 11
 = -3881 + (-28986)
 = -32867
 Tracking signal= -32867/29061
 = -1,1

Periode 12: RSFE = nilai RSFE periode 11 + nilai error periode 12
 = -32867 + (-13307)
 = -46174
 Tracking signal= -46174 / 27748
 = -1,7
 Periode 13: RSFE = nilai RSFE periode 12 + nilai error periode 13
 = (-46174) + (-8197)
 = -54371
 Tracking signal= -54371 / 26244
 = -2,1
 Periode 14: RSFE = nilai RSFE periode 13 + nilai error periode 14
 = -54371 + 42098
 = -12273
 Tracking signal= -12273 / 27377
 = -0,4

Berdasarkan Tabel 4 dan hasil perhitungan nilai *tracking error* berada dalam *threshold* ± 4 . Hal ini menunjukkan bahwa model peramalan memiliki keandalan, karena nilai *tracking error* berada diantara -4 sampai dengan +4. *Tracking error* bergerak dari nilai -2,9 sampai 1,2. Namun nilai *tracking error* kebanyakan negatif dan memiliki nilai aktual rata-rata lebih rendah dari nilai forecast. Semua nilai tracking signal masih berada diantara nilai Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB). Grafik *tracking signal* dapat dilihat pada Gambar 4 berikut:



Gambar 4. Grafik tracking signal

D. Latihan Soal

Berdasarkan perbandingan data aktual dan hasil forecasting untuk data kunjungan wisatawan ke Kabupaten Sumenep dari bulan November 2018 sampai dengan bulan Desember 2019 pada Tabel 5, tentukan

1. Nilai MSE, RMSE, MAD, MAPE, dan sMAPE
2. Tracking signal.

Tabel 5. Perbandingan data aktual dengan hasil forecasting

Periode	Data Forecast	Data Aktual
1	80764	109964
2	82695	129721
3	103734	88662
4	107779	75870
5	115976	99016
6	106388	154670
7	119107	29260
8	219044	255705
9	114320	97828
10	118715	78258
11	144545	101861
12	108895	148758
13	151589	166556
14	155767	200430

BAB III

MODEL TREN

A. Definisi Model Tren

Model tren merupakan salah satu jenis model runtun waktu yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menghasilkan peramalan dengan pola data tren. Model tren menggunakan variabel bebasnya waktu. Tren menggambarkan adanya peningkatan, atau penurunan dalam data tanpa memperhatikan fluktuasi atau musiman dalam data. Model tren dapat mengidentifikasi pola atau arah perubahan jangka panjang seiring waktu. Salah satu cara untuk memilih model tren menggunakan diagram pencar atau scatter. Diagram pencar adalah diagram yang memiliki kumpulan titik-titik tersebar pada sumbu silang secara horizontal (X) variabel waktu dan vertikal (Y) untuk variabel yang akan diramalkan.

Model tren dapat berupa tren naik (tren positif) atau tren turun (tren negatif). Trend positif terjadi jika variabel yang diteliti (Y) menunjukkan gejala kenaikan atau menunjukkan rata-rata pertambahan. Sementara tren negatif apabila variabel yang diteliti (Y) menunjukkan gejala semakin menurun atau menunjukkan rata-rata penurunan. Model tren mudah dipahami dan diterapkan.

Model tren dibagi menjadi dua, yaitu :

1. Model tren linear merupakan model yang memiliki pola data tren cenderung naik atau turun membentuk garis lurus.
2. Model tren non linear merupakan model yang memiliki pola data tren naik atau turun tidak membentuk garis lurus.

B. Model Tren Linear

Model tren linear merepresentasikan hubungan linear antara variabel dependen dan variabel independen. Model tren linear merupakan model peramalan dari variabel dengan menggunakan variabel independen (bebas) waktu. Rumus untuk model tren linear adalah :

$$Y = a + b X$$

Dimana:

Y= nilai tren atau variabel yang akan diramalkan

a= bilangan konstant

b= slope atau koefisien garis tren

X= indeks waktu (dimulai dari 0,1,2,n).

Model tren linear dibedakan menjadi dua jenis, yaitu:

1. Metode Least Square

Metode Least Square (Kuadrat Kecil) adalah metode yang digunakan untuk menentukan persamaan tren data yang mencakup analisis runtun waktu dengan dua kasus data genap dan ganjil. Metode ini paling banyak dipakai untuk menentukan persamaan tren data, karena menghasilkan "line of best fit".

Metode Least Square mempunyai sifat :

- Penjumlahan seluruh deviasi vertikal titik-titik data terhadap garis adalah nol.
- Penjumlahan seluruh kuadrat deviasi vertikal data historis dari garis adalah minimum.
- Garis melalui rata-rata X dan Y.

Penentuan nilai X menggunakan ketentuan dua jenis data, yaitu:

- Jumlah data ganjil. Pada jenis ini titik tengah periode waktu sama dengan 0 ($X = 0$), sehingga jumlah plus dan minus sama. Apabila data dijumlahkan secara keseluruhan, maka nilai X sama dengan 0. Penentuan nilai X dengan jumlah data ganjil seperti pada Tabel 6 berikut :

Tabel 6. Penentuan nilai X dengan jumlah data ganjil

Periode	X
1	-3
2	-2
3	-1
4	0
5	1
6	2
7	3
Jumlah	0

- Jumlah data genap. Pada jenis ini jumlah periode dibagi dua, nilai X bagian atas dikurangi min 1, sedangkan bagian bawah ditambah 1. Apabila data dijumlahkan secara keseluruhan, maka nilai X akan sama dengan 0. Penentuan nilai X dengan jumlah data genap dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Penentuan nilai X dengan jumlah data genap

Periode	X
1	-4
2	-3
3	-2
4	-1
5	1
6	2

7	3
8	4
Jumlah	0

Pada metode kuadrat terkecil, nilai a dan b menggunakan persamaan berikut :

$$\Sigma Y = n.a + b.\Sigma X$$

$$\Sigma XY = a.\Sigma X + b.\Sigma X^2$$

Jika titik tengah data sebagai tahun dasar, maka $\Sigma X = 0$ dan dapat dihilangkan dari persamaan diatas. Persamaan akan berubah menjadi :

$$\Sigma Y = n.a$$

$$a = \frac{\Sigma Y}{n}$$

$$\Sigma XY = b.\Sigma X^2$$

$$b = \frac{\Sigma XY}{\Sigma X^2}$$

Contoh Kasus 1 :

Berdasarkan data aktual jumlah kunjungan wisatawan ke Kabupaten Pamekasan dari bulan Januari 2017 sampai dengan bulan Februari 2018 pada Tabel 8, tentukan:

- Nilai forecasting untuk Bulan Maret sampai Desember tahun 2018 ?
- Nilai tracking signal?

Tabel 8. Data aktual jumlah kunjungan wisatawan

Periode	Tahun	Bulan	Jumlah
1	2017	Januari	2210
2		Februari	2345
3		Maret	3028
4		April	2534
5		Mei	2710
6		Juni	2728
7		Juli	2191
8		Agustus	2739
9		September	4720
10		Oktober	4701
11		November	2703
12		Desember	2842
13	2018	Januari	5994
14		Februari	7482

Jawaban kasus 1:

- a. Untuk menjawab contoh soal nomor 1, buatlah tabel perhitungan nilai seperti Tabel 9 berikut:

Tabel 9. Perhitungan nilai Forecast dengan metode least square

Periode	Tahun	Bulan	Jumlah kunjungan	X	XY	X ²	Forecast
1	2017	Januari	2210	-7	-15470	49	1769
2		Februari	2345	-6	-14070	36	2015
3		Maret	3028	-5	-15140	25	2262
4		April	2534	-4	-10136	16	2508
5		Mei	2710	-3	-8130	9	2755
6		Juni	2728	-2	-5456	4	3002
7		Juli	2191	-1	-2191	1	3248
8		Agustus	2739	1	2739	1	3741
9		September	4720	2	9440	4	3988
10		Oktober	4701	3	14103	9	4235
11		November	2703	4	10812	16	4481
12		Desember	2842	5	14210	25	4728
13	2018	Januari	5994	6	35964	36	4974
14		Februari	7482	7	52374	49	5221
	Jumlah (Σ)		48927		69049	280	

Untuk menghasilkan nilai forecasting, hitung nilai a dan b seperti berikut:

$$a = \frac{\Sigma Y}{n}$$

$$a = 48927 / 14$$

$$= 3494,79$$

$$b = \frac{\Sigma XY}{\Sigma X^2}$$

$$b = 69049 / 280$$

$$= 246,6$$

Sehingga persamaan untuk menghitung nilai peramalan menjadi:

$$Y = a + bX$$

$$= 3494,79 + 246,6 X$$

Nilai X untuk menghitung peramalan periode selanjutnya diperoleh dengan menambahkan 1 terhadap nilai X pada periode terakhir. Sehingga nilai X untuk periode ke -15 (bulan maret 2018) adalah 8 (7+1), dan seterusnya sebanyak periode yang akan diprediksi. Nilai peramalan untuk periode selanjutnya (bulan Maret sampai Desember 2018) dapat dihitung sebagai berikut :