

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Sistem

Sistem adalah suatu kerangka dari prosedur-prosedur yang saling berhubungan, yang di susun sesuai dengan skema yang menyeluruh untuk melaksanakan suatu kegiatan atau fungsi utama dari perusahaan yang dihasilkan oleh suatu proses tertentu yang bertujuan untuk menyediakan informasi untuk membantu mengambil keputusan manajemen operasi perusahaan dari hari ke hari serta menyediakan informasi yang layak untuk pihak di luar perusahaan.

Terdapat beberapa teori yang mendefinisikan Aplikasi yang dikemukakan oleh beberapa para ahli, diantaranya adalah :

1. Menurut Dr. Azhar Susanto (2007 : 18) mendefinisikan sistem adalah kumpulan/grup dari bagian atau komponen apapun baik fisik ataupun non fisik yang saling berhubungan satu sama lain dan bekerja sama secara harmonis untuk mencapai satu tujuan tertentu.
2. Menurut Abdul Kadir (2003 : 54) Sistem adalah sekumpulan elemen yang saling terkait atau terpadu yang dimaksudkan untuk mencapai suatu tujuan.
3. Menurut Williams dan Sawyer, 2007 : 52 Sistem adalah kumpulan dari komponen-komponen yang saling berhubungan yang saling berinteraksi untuk melakukan suatu tugas untuk mencapai suatu tujuan.

Jadi sistem adalah kumpulan dari bagian-bagian yang saling berintegrasi dan bekerja sama untuk mencapai suatu tujuan tertentu.

2.2 Persediaan

2.2.1. Pengertian Persediaan

Persediaan adalah bagian utama dalam neraca dan seringkali merupakan perkiraan yang nilainya cukup besar yang melibatkan modal kerja yang besar. Tanpa adanya persediaan barang, perusahaan akan menghadapi resiko dimana pada suatu waktu tidak dapat memenuhi kebutuhan dari para pelanggannya.

Tentu saja kenyataan ini dapat berakibat buruk bagi perusahaan, karena secara tidak langsung perusahaan menjadi kehilangan kesempatan untuk memperoleh keuntungan yang seharusnya didapatkan.

Terdapat beberapa pengertian persediaan menurut beberapa para ahli yang dikemukakan yaitu:

- a. Menurut Ristono (2009) Persediaan adalah suatu teknik untuk manajemen material yang berkaitan dengan persediaan.
- b. Menurut Lalu Sumayang (2003) Persediaan adalah simpanan material yang berupa bahan mentah, barang dalam proses dan barang jadi.

2.2.2. Fungsi Persediaan

Fungsi produksi suatu perusahaan tidak dapat berjalan lancar tanpa adanya persediaan yang mencukupi. Persediaan timbul karena penawaran dan permintaan berada dalam tingkat yang berbeda sehingga material yang disediakan berbeda. Secara umum persediaan berfungsi untuk mengelola persediaan barang dagangan yang selalu mengalami perubahan jumlah dan nilai melalui transaksi pembelian dan penjualan.

2.2.3. Tujuan Persediaan

Adapun beberapa tujuan yang harus diperhatikan dalam menentukan persediaan diantaranya yaitu :

- a. Menghilangkan pengaruh ketidak pastian.
- b. Mempersiapkan stok apabila ada keperluan mendadak
- c. Menjaga jangan sampai mengecewakan konsumen.
- d. Menjaga agar jangan sampai jumlah persediaan barang berlebihan.

Jadi secara umum persediaan merupakan sistem yang berfungsi untuk mengelola sesuatu persediaan barang dagangan yang selalu mengalami perubahan jumlah dan nilai melalui transaksi penjualan ataupun transaksi pembelian.

2.3 Bahan Baku

Persediaan berkaitan dengan penyimpanan bahan baku/bahan setengah jadi/barang jadi untuk dapat memastikan lancarnya suatu sistem produksi atau kegiatan bisnis bagi suatu perusahaan/industri. Persediaan merupakan salah satu faktor yang penting bagi perusahaan. Pengadaan persediaan yang terlalu banyak akan menyebabkan perusahaan mengeluarkan biaya yang besar untuk menyimpan barang tersebut, seperti biaya perawatan, biaya sewa, atau biaya asuransi. Namun sebaliknya, pengadaan persediaan yang sedikit akan menyebabkan kerugian bagi perusahaan, seperti biaya pesan (*setup cost*) yang meningkat, berhentinya produksi akibat kekurangan bahan baku sehingga mengakibatkan kehilangan pendapatan yang potensial, dan dampak lebih lanjut adalah hilangnya kepercayaan konsumen karena konsumen berpindah pada perusahaan/produk lain. Oleh sebab itu, pengaturan mengenai persediaan bagi perusahaan sangatlah penting.

2.4 Distribusi

Kegiatan penyaluran barang dan jasa yang dibuat dari produsen ke konsumen agar tersebar luas. Kegiatan distribusi berfungsi mendekatkan produsen dengan konsumen sehingga barang atau jasa dari seluruh Indonesia atau luar Indonesia dapat kita barang dan jasa tersebut.

Kegiatan distribusi merupakan penghubung antara kegiatan produksi dan konsumsi. Pelaku kegiatan distribusi dinamakan distributor. Dalam kegiatan ekonomi, distribusi merupakan kegiatan yang berada di antara sampai ke tangan konsumen. Barang yang telah dihasilkan oleh produsen agar sampai ke tangan konsumen memerlukan adanya lembaga yang disebut dengan distributor.

Dalam kenyataan tidak selamanya barang yang dihasilkan produsen untuk sampai ke konsumen harus melewati distributor. Akan tetapi, dalam perekonomian modern kegiatan distribusi memegang peranan yang penting. Lebih-lebih dengan makin majunya teknologi transportasi yang mengakibatkan hubungan antarbangsa menjadi lebih dekat. Hal ini mengakibatkan peranan

distribusi makin penting karena barang yang ada didalam negeri tetapi juga konsumen yang ada diluar negeri.

2.5 Statistika

2.5.1 Pengertian Statistika

Statistika (*statistics*) berasal dari bahasa Yunani “status” yang memiliki arti sekaligus diserap dalam bahasa Inggris yang kemudian dimaknai sebagai Negara “*state*” karena sejak dahulu hanya digunakan untuk kepentingan – kepentingan negara saja. Kepentingan Negara itu meliputi berbagai bidang kehidupan dan penghidupan sehingga lahirlah istilah statistika yang pemakaiannya disesuaikan dengan lingkup datanya.

Menurut *Goldfried Achenwall* (1749) yang mengartikan statistika sebagai “Kumpulan data mengenai Negara dan jumlah penduduknya untuk menunjang administrasi pemerintahan” atau “ilmu politik dari beberapa negara”. Itulah awal kata statistika diartikan sebagai kumpulan keterangan baik yang berbentuk angka-angka/bilangan ataupun kumpulan keterangan yang tidak berbentuk angka-angka/bilangan yang memiliki arti penting dan kegunaan besar bagi suatu negara.

Dalam perkembangan selanjutnya statistika diartikan sebagai kumpulan keterangan yang berbentuk angka saja atau biasa disebut Statistik. Data kuantitatif yang dapat memberikan gambaran mengenai keadaan, peristiwa atau gejala tertentu. Misalnya statistik penduduk, statistik pendidikan, statistik hasil produksi dan lain-lain.

Kumpulan keterangan yang berbentuk angka disebut data statistika. Pengertian statistika sebagai data statistika merupakan pengertian statistika dalam arti sempit. Dalam arti luas menurut para ahli diantaranya:

1. Nata Wirawan(2001) mengartikan bahwa “Statistika adalah cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari cara-cara (metode) pengumpulan, penyajian, analisis, interpretasi dan pengambilan kesimpulan dari suatu data sehingga data tersebut dapat memberikan pengertian atau makna tertentu”.

2. Dieterici (1850) mendefinisikan statistika sebagai “Pernyataan dalam bentuk gambar dan fakta mengenai kondisi negara tertentu”.
3. Moreau De Jonnes (1874) menyatakan statistika sebagai “Ilmu mengenai fakta-fakta sosial yang dinyatakan dalam bentuk angka”.

Definisi dan gambaran di atas dapat dikatakan bahwa pada awalnya statistika masih sebatas bagian dari ilmu politik penyelenggaraan suatu negara. Bidang kegiatan yang menjadi ruang lingkupnya pada umumnya merupakan aktivitas yang secara khusus menggambarkan penyelenggaraan pemerintahan misalnya pencatatan jumlah penduduk, jumlah pegawai, nilai pajak yang dikumpulkan pada suatu kurun waktu dan lain-lain.

Jadi statistika adalah suatu ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan data statistik dan fakta yang benar atau suatu kajian ilmu pengetahuan yang dengan teknik pengumpulan data, teknik pengolahan data, teknik analisis data, penarikan kesimpulan dan pembuatan kebijakan/keputusan yang cukup kuat alasannya berdasarkan data dan fakta yang benar. (Budiasih Yanti, 2012).

2.5.2 Fungsi dan Kegunaan Statistika

Statistika meliputi fungsi sebagai alat bantu terutama bagi pelaku ekonomi dan bisnis dan bagi pembuat keputusan. Sebagai alat bantu statistika membantu pelaku dan pembuat keputusan untuk mengumpulkan, mengolah, menganalisis, dan menyimpulkan hasil yang telah dicapai dalam kegiatan tertentu khususnya dibidang ekonomi dan bisnis. Statistika sebagai alat bantu maka dapatlah dikatakan fungsi dan kegunaan statistika adalah:

1. Memberikan gambaran tentang kejadian, gejala atau keadaan dunia ekonomi dan bisnis baik gambar secara khusus maupun gambaran secara umum dengan perkembangan dari waktu ke waktu.
2. Dapat menyusun laporan yang berupa data kuantitatif dengan teratur, ringkas dan jelas.
3. Dapat mengetahui hubungan antar gejala.
4. Dapat Melakukan pengujian menarik kesimpulan dan mengambil keputusan terhadap suatu gejala ekonomi dan bisnis serta dapat menaksir atau

meramalkan hal-hal yang dapat terjadi dimasa mendatang yang dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah.

2.5.3 Jenis-jenis Statistika

Atas dasar sifat bidang kajiannya, statistika dibedakan menjadi dua bagian yaitu:

1. Statistika Teoritis (*Theoretical Statistics*)

Hal yang dikaji adalah aspek-aspek yang bersifat teoritis dari statistika diantaranya adalah teori peluang, distribusiteoritis dan filosofi statistika.

2. Statistika Terapan (*Aplied Statistics*)

Mencakup bidang kehidupan nyata seperti halnya admisnistrasi, kependudukan, manajemen serta hukum. Statistika terapan ini dibagi menjadi dua:

- a. Statistika Deskriptif atau Deduktif (*Descriptif Statistics*)

Bagian dari statistika yang mencakup cara-cara pengumpulan, menyusun, atau mengatur, mengolah, menyajikan dan menganalisis data angka agar dapat memberikan gambaran yang ringkas dan jelas sehingga dapat diperoleh makna tertentu.

- b. Statistika Inferensial atau Induktif (*Inferential Statistics*)

Metode yang digunakan untuk mengestimasi sifat populasi berdasarkan pada sampel atau dengan kata lain adalah statistika yang digunakan untuk membuat ramalan, taksiran dan mengambil kesimpulan yang bersifat umum dari sekumpulan data yang dipilih secara acak dari seluruh data yang menjadi subyek kajian.

2.5.4 Data Statistika

Data statistika adalah kumpulan keterangan mengenai keadaan, kejadian atau gejala tertentu baik yang berbentuk angka maupun yang tidak berbentuk angka. Data merupakan bahan mentah yang perlu diolah sehingga menghasilkan informasi atau keterangan baik kualitatif maupun kuantitatif yang menunjukkan fakta. Data menurut jenisnya dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu:

a. Data Kualitatif

Data kualitatif atau atribut merupakan data non angka seperti jenis kelamin, warna mobil, asal suku dan lain-lain. Data yang berhubungan dengan kategorisasi, karakteristik berwujud pertanyaan atau berupa kata-kata.

b. Data Kuantitatif

Data kuantitatif merupakan data angka seperti jumlah mobil, jumlah karyawan, berat badan dan lain-lain.

2.6 Peramalan (*forecasting*)

2.6.1 Pengeretian Peramalan (*forecasting*)

Peramalan (*forecasting*) adalah seni dan ilmu untuk memperkirakan kejadian dimasa depan. Hal ini dapat dilakukan dengan melibatkan pengambilan data masa lalu dan menempatkannya kemasa yang akan datang dengan suatu bentuk model matematis. Peramalan, prediksi (*forecasting*) merupakan alat penting dalam pengambilan kesimpulan. Kualitas suatu ramalan berkaitan erat dengan informasi yang dapat diserap dari data masa lampau (Boedijoewono, 2001).

Peramalan merupakan bagian integral dari pengambilan keputusan manajemen. Peramalan mengurangi ketergantungan pada hal-hal yang belum pasti (intuitif). Peramalan memiliki sifat saling ketergantungan antar divisi atau bagian. Kesalahan dalam proyeksi penjualan akan mempengaruhi pada ramalan anggaran, pengeluaran operasi, arus kas, persediaan, dan sebagainya. Dua hal pokok yang harus diperhatikan dalam proses peramalan yang akurat dan bermanfaat :

- a. Pengumpulan data yang relevan berupa informasi yang dapat menghasilkan peramalan yang akurat.
- b. Pemilihan teknik peramalan yang tepat yang akan memanfaatkan informasi data yang diperoleh semaksimal mungkin.

Terdapat dua pendekatan untuk melakukan peramalan yaitu dengan pendekatan kualitatif dan pendekatan kuantitatif. Metode peramalan kualitatif

digunakan ketika data historis tidak tersedia. Metode peramalan kualitatif adalah metode subyektif (intuitif). Metode ini didasarkan pada informasi kualitatif. Dasar informasi ini dapat memprediksi kejadian-kejadian di masa yang akan datang. Keakuratan dari metode ini sangat subjektif.

Metode peramalan kuantitatif dapat dibagi menjadi dua tipe, *causal* dan *time series*. Metode peramalan *causal* meliputi faktor-faktor yang berhubungan dengan variabel yang diprediksi seperti analisis regresi. Peramalan *time series* merupakan metode kuantitatif untuk menganalisis data masa lampau yang telah dikumpulkan secara teratur menggunakan teknik yang tepat. Hasilnya dapat dijadikan acuan untuk peramalan nilai di masa yang akan datang.

2.6.2 Jenis Permalan

Penentuan target diperlukan dalam segala aspek kehidupan. Dalam perusahaan, khususnya bagi seorang manajer untuk mengambil keputusan yang tepat dalam pencapaian tujuan perusahaan itu sangatlah penting, tetapi pada kenyataannya antara target yang harus dicapai dengan tingkat pendapatan yang diterima tidaklah selalu sama atau sesuai dengan apa yang diharapkan. berdasarkan horizon waktu, peramalan dapat dikelompokan dalam tiga bagian, yaitu peramalan jangka panjang, peramalan jangka menengah, dan peramalan jangka pendek.

1. Peramalan jangka panjang, yaitu peramalan yang mencakup waktu yang lebih dari 18 bulan. Misalnya peramalan yang diperlukan dalam kaitannya dengan penanaman modal, perencanaan fasilitas, dan perencanaan untuk kegiatan litbang.
2. Permalan jangka menengah, mencakup waktu antara 3 sampai dengan 18 bulan. Misalnya, peramalan untuk penjualan, perencanaan produksi dan perencanaan tenaga kerja tidak tetap.
3. Peramalan jangka pendek, yaitu untuk jangka waktu kurang dari 3 bulan. Misalnya, peramalan dalam hubungannya dengan perencanaan pembelian material, penjadwalan kerja dan penugasan karyawan.

2.6.3 Kegunaan Peramalan

Kegunaan peramalan (*forecasting*) menurut Jhon E.Biegel (2009 : 21) antara lain sebagai berikut :

1. Menentukan apa yang di butuhkan untuk perluasan pabrik
2. Menentukan perencanaan lanjutan bagi produk-produk yang ada untuk dikerjakan dengan fasilitas-fasilitas yang ada.
3. Menentukan penjadwalan jangka pendek produk-produk yang ada untuk dikerjakan berdasarkan peralatan yang ada.

2.6.4 Faktor-Faktor Mempengaruhi Permalan

Peramalan menurut Jay Heizer Barry Render (2006;136) terdapat berbagai faktor yang mempengaruhinya, faktor-faktor tersebut adalah :

1. Horizon waktu

Ada dua aspek yang berhubungan dengan masing-masing metode peramalan, pertama adala cakupan waktu dimasa yang akan datang. Sedangkan yang kedua adalah jumlah peride peramalan yang diinginkan.

2. Pola Data

Dasar utama dari metode peramalan adalah anggapan bahwa macam pola yang didapat didalam data yang diramalkan akan berkelanjutan.

3. Jenis Model

Model-model ini merupakan suatu deret dimana waktu digambarkan sebagai unsur penting untuk menentukan perubahan-perubahan didalam pola yang mungkin secara sistematik dapat dijelaskan dengan analisa regresi dan korelasi.

4. Biaya

Umumnya ada empat unsur biaya yang tercakup dalam penggunaan prosedur ramalan yaitu biaya-biaya pengembangan, penyimpanan (*storage data*), operasi pelaksanaan dan kesempatan dalam penggunaan teknik-teknik serta metode lainnya.

5. Ketepatan

Tingkat ketepatan yang dibutuhkan sangat erat hubunganya dengan tingkat perincian yang dibutuhkan dalam suatu peramalan.

6. Penggunaan Metode

Metode-metode yang dapat dimengerti dan dapat diaplikasikan dalam pengambilan keputusan.

2.7 Analisis Deret Berkala (*Time Series*)

Deret Berkala adalah data yang disusun berdasarkan urutan waktu terjadinya dan menggambarkan perkembangan suatu kejadian atau suatu kegiatan. Data masa lampau ini dicatat dalam interval waktu satu tahun, satu semester, satu kuartal, satu triwulan, bulanan, harian dan satuan waktu lainnya. Analisis Deret Berkala (*Time Series Analysis*) adalah suatu metode kuantitatif untuk menentukan pola data masa lampau yang telah dikumpulkan secara teratur. Apabila kita telah menemukan pola data masa lampau, maka kita dapat menggunakannya untuk mengadakan peramalan di masa yang akan datang. (Boedijoewono, 2001).

Variabel deret berkala dipengaruhi oleh empat gerakan atau perubahan yang disebut komponen-komponen deret berkala. Keempat komponen deret berkala tersebut adalah:

1. Trend Sekuler, yaitu gerakan yang berjangka panjang, lamban, seolah-olah alunombak dan berkecenderungan menuju ke satu arah menaik atau menurun.
2. Variasi Musiman, yaitu gerak naik atau turun secara periodik dalam jangka waktu kurang dari satu tahun.
3. Variasi Siklis, yaitu gerak naik atau turun secara periodik didalam jangka waktu panjang, misalnya 5 tahun, 10 tahun, 20 tahun, 25 tahun atau lebih.
4. Variasi Random, yaitu gerakan yang tidak teratur sama sekali.

2.8 *Exponential Smoothing* (Pemulusan Eksponensial)

2.8.1 Pengertian *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 (*forecasting by Makridakis, hal 79-115*) dapat dilihat bahwa konsep exponential telah berkembang dan menjadi metode praktis dengan penggunaan yang cukup luas, terutama dalam peramalan bagi persediaan.

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

Menurut *Makridakis, Wheelwright & Mcgee* dalam bukunya "*forecasting*" (*hal 104*). Menyatakan bahwa apabila data yang dianalisa bersifat stationer, maka penggunaan metode rata-rata bergerak (*moving average*) atau *single exponential smoothing* cukup tepat akan tetapi apabila datanya menunjukkan suatu *trend 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, kita memilih nilai a mendekati 1. Biasanya di pilih nilai $a = 0.9$; namun pembaca dapat mencoba nilai a yang lain yang mendekati 1 seperti 0,8; 0,99 tergantung sejauh mana gejolak dari data itu.
2. Apabila pola historis dari data aktual permintaan tidak berfluktuasi atau relatif stabil dari waktu ke waktu maka kita memilih nilai a yang mendekati nol, katakanlah; $a = 0.2$; 0.05; 0.01 tergantung sejauh mana kestabilan data itu, semakin stabil nilai a yang dipilih harus semakin kecil menuju ke nilai nol.

2.8.2 Single Exponential Smoothing

2.8.2.1 Single Exponential Smoothing (One Paramater)

Metode ini juga digunakan untuk data-data yang bersifat stasioner dan tidak menunjukkan pola atau tren, serta dapat digunakan untuk meramalkan suatu data untuk periode ke depan. Kasus yang paling sederhana dari pemulusan

(smoothing) eksponensial tunggal (SES) dapat di kembangkan dari persamaan matematis sebagai berikut :

$$F_{t+1} = F_t + \left(\frac{X_t}{N} - \frac{X_{t-N}}{N} \right), \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan: F_t = Nilai peramalan pada waktu ke-t

X_t = Data aktual pada waktu ke-t

N = Jumlah seluruh data

Misalkan pengamatan yang lama X_{t-N} tidak tersedia sehingga tempatnya harus digantikan dengan suatu nilai pendekatan. Salah satu pengganti yang mungkin adalah nilai ramalan pada periode yang sebelumnya F_t . Dengan melakukan substitusi ini persamaan (2.1) menjadi persamaan (2.2) dan dapat ditulis kembali sebagai (2.3), berikut persamaannya:

$$F_{t+1} = F_t + \left(\frac{X_t}{N} - \frac{F_t}{N} \right), \dots\dots\dots (2.2)$$

Atau

$$F_{t+1} = \left(\frac{1}{N} \right) X_t + \left(1 - \frac{1}{N} \right) F_t. \dots\dots\dots (2.3)$$

Dari persamaan (2.3) dapat dilihat bahwa ramalan ini (F_{t+1}) di dasarkan atas pembobotan observasi yang terakhir dengan suatu nilai bobot ($1/N$) dan pembobotan ramalan yang terakhir sebelumnya (F_t) dengan suatu bobot [$1 - (1/N)$], karena N merupakan suatu bilangan positif, $1/N$ akan menjadi suatu konstanta antara nol (jika N tak terhingga) dan 1(jika $N=1$) dengan mengganti $1/N$ dengan α , sehingga persamaan (2.3) akan menjadi:

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha)F_t. \dots\dots\dots (2.4)$$

2.8.2.2 Single Exponential Smoothing: Pendekatan Adaptif (ARRSES)

Metode ini memiliki kelebihan yang nyata bila dibandingkan dengan Pemulusan Eksponensial Tunggal, di mana nilai konstanta pemulusannya dapat berubah secara terkendali dalam arti dapat berubah secara otomatis bilamana terdapat perubahan dalam pola data dasarnya. Persamaan dasar untuk peramalan

dengan metode ARRSES adalah serupa dengan persamaan (2.4) kecuali bahwa nilai α diganti dengan α_t .

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha)F_t \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana,

$$\alpha_{t+1} = \frac{|E_t|}{M_t}, \dots\dots\dots (2.6)$$

$$E_t = \beta e_t + (1 - \beta)E_{t-1}, \dots\dots\dots (2.7)$$

$$M_t = \beta |e_t| + (1 - \beta)M_{t-1}, \dots\dots\dots (2.8)$$

$$e_t = X_t - F_t, \dots\dots\dots (2.9)$$

Keterangan: E_t = Kesalahan exponential smoothing
 M_t = Mean absolute deviation yang dirapikan secara exponential

2.8.3 Double Exponential Smoothing

2.8.3.1 Double Exponential Smoothing Satu Parameter Brown

Metode ini dikembangkan oleh Brown's untuk mengatasi adanya perbedaan yang muncul antara data aktual dan nilai peramalan apabila ada trend pada plot datanya. Untuk itu Brown's memanfaatkan nilai peramalan dari hasil *single Eksponential Smothing* dan *Double Exponential smoothing*. Perbedaan antara kedua ditambahkan pada harga dari SES dengan demikian harga peramalan telah disesuaikan terhadap trend pada plot datanya. Dasar pemikiran dari pemulusan *eksponensial linier* dari Brown adalah serupa dengan rata-rata bergerak linier, karena kedua nilai pemulusan tunggal dan ganda ketinggalan dari data yang sebenarnya bilamana terdapat unsur *trend*, perbedaan antara nilai pemulusan tunggal dan ganda dapat ditambahkan kepada nilai pemulusan dan disesuaikan untuk *trend*. Persamaan yang dipakai dalam implementasi pemulusan linier satu parameter Brown ditunjukkan dibawah ini:

$$\text{Pemulusan Tunggal } S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)S'_{t-1}, \dots\dots\dots (2.10)$$

$$\text{Pemulusan Ganda} \quad S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha)S''_{t-1}, \dots\dots\dots (2.11)$$

$$\text{Pemulusan Total} \quad a_t = S'_t + (S'_t - S''_t) = 2S'_t - S''_t \dots\dots\dots (2.12)$$

$$\text{Pemulusan Tren} \quad b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha} (S'_t - S''_t), \dots\dots\dots (2.13)$$

$$\text{Peramalan} \quad F_{t-m} = a_t + b_t m \dots\dots\dots (2.14)$$

Keterangan:

- S'_t = Nilai pemulusan tunggal
- S''_t = Nilai pemulusan ganda
- X_t = Data aktual pada waktu ke-t
- α_t = Pemulusan total
- b_t = Pemulusan Tren
- F_{t-m} = nilai ramalan
- m = periode masa mendatang
- α = konstanta dengan nilai antara 0 dan 1

2.8.3.2 Double Exponential Smoothing Dua Parameter Holt

Metode pemulusan *eksponensial linier* dari Holt dalam prinsipnya serupa dengan Brown kecuali bahwa Holt tidak menggunakan rumus pemulusan berganda secara langsung. Sebagai gantinya Holt memuluskan nilai *trend* dengan parameter yang berbeda dari parameter yang digunakan pada deret yang asli. Ramalan dari pemulusan eksponensial linier Holt didapat dengan menggunakan dua konstan pemulusan (dengan nilai antara 0 sampai 1) dan tiga persamaan:

$$\text{Pemulusan tren} \quad S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}), \dots\dots\dots (2.15)$$

$$\text{Peramalan} \quad b_t = \gamma(S_t - S_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1}, \dots\dots\dots (2.16)$$

$$\text{Peramalan} \quad F_{t+m} = S_t + b_t m. \dots\dots\dots (2.17)$$

Keterangan:

- S_t = Nilai pemulusan tunggal
- X_t = Data aktual pada waktu ke-t

- b_t = Pemulusan Tren
- F_{t-m} = nilai ramalan
- m = periode masa mendatang
- α, γ = konstanta dengan nilai antara 0 dan 1

2.8.4 Triple Exponential Smoothing

2.8.4.1 Triple Exponential Smoothing: Metode Kuadratik Satu-Parameter Dari Brown

Metode ini sebagaimana halnya dengan pemulusan eksponensial linear yang dapat digunakan untuk meramalkan data dengan suatu pola trend dasar, bentuk pemulusan yang lebih tinggi ini dapat digunakan bila dasar pola datanya adalah kuadratik, kubik, atau orde yang lebih tinggi. Untuk berangkat dari pemulusan kuadratik, pendekatan dasarnya adalah memasukkan tingkat pemulusan tambahan (pemulusan *triple*) dan memberlakukan persamaan peramalan kuadratik.

Berikut adalah persamaan matematis untuk pemulusan *triple exponential smoothing brown*:

Pemulusan Tunggal $S'_t = \alpha \chi_t + (1 - \alpha) S'_{t-1}$ (2.18)

Pemulusan Ganda $S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha) S''_{t-1}$ (2.19)

Pemulusan Tripel $S'''_t = \alpha S''_t + (1 - \alpha) S'''_{t-1}$, (2.20)

Pemulusan Total $a_t = 3S'_t - 3S''_t + S'''_t$, (2.21)

Pemulusan Tren $b_t = \frac{\alpha}{2(1-\alpha)^2} [(6 - 5\alpha) S'_t - (10 - 8\alpha)S''_t + (4 - 3\alpha)S'''_t]$ (2.22)

Pemulusan Kuadratik $C_t = \frac{\alpha^2}{(1-\alpha)^2} (S'_t - 2S''_t + S'''_t)$, (2.23)

Peramalan $F_{t+m} = a_t + b_t m + \frac{1}{2} c_t m^2$ (2.24)

Keterangan:	S'_t	= Nilai pemulusan tunggal
	S''_t	= Nilai pemulusan ganda
	S'''_t	= Nilai pemulusan tripel
	X_t	= Data aktual pada waktu ke-t
	a_t	= Pemulusan total
	b_t	= Pemulusan Tren
	C_t	= Pemulusan Kuadratik
	F_{t+m}	= nilai ramalan
	m	= periode masa mendatang
	α	= konstanta dengan nilai antara 0 dan 1

2.8.4.2 Triple Exponential Smoothing: Metode Kecenderungan dan Musiman

Tiga-Parameter dari Winter

Metode ini dapat digunakan untuk data yang bersifat atau mengandung musiman. Metode ini adalah metode yang digunakan dalam pemulusan trend dan musiman. Metode *winter* didasarkan atas tiga persamaan pemulusan yaitu satu untuk stationer, trend, dan musiman. Hal ini serupa dengan metode holt dengan satu persamaan tambahan untuk mengatasi musiman. Persamaan dasar untuk metode winter adalah sebagai berikut :

$$\text{Pemulusan Keseluruhan: } S_t = \alpha \frac{X_t}{I_{t-L}} + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}), \dots\dots\dots (2.25)$$

$$\text{Pemulusan Trend: } b_t = \gamma(S_t - S_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1}, \dots\dots\dots (2.26)$$

$$\text{Pemulusan Musiman: } I_t = \beta \frac{X_t}{S_t} + (1 - \beta)I_{t-L}, \dots\dots\dots (2.27)$$

$$\text{Peramalan: } F_{t+m} = (S_t + b_t m)I_{t-L+m}, \dots\dots\dots (2.28)$$

Keterangan:	S_t	= Nilai pemulusan tunggal/Keseluruhan
	X_t	= Data aktual pada waktu ke-t
	b_t	= Pemulusan Tren
	I_t	= Pemulusan Musiman

- F_{t-m} = nilai ramalan
 L = Panjang Musiman
 m = periode masa mendatang
 α, γ, β = konstanta dengan nilai antara 0 dan 1

2.9 Pengukuran Kesalahan Peramalan

Sebuah notasi matematika dikembangkan untuk menunjukkan periode waktu yang lebih spesifik karena metode kuantitatif peramalan sering kali memperlihatkan data runtun waktu. Huruf Y akan digunakan untuk menotasikan sebuah variabel runtun waktu meskipun ada lebih dari satu variabel yang ditunjukkan. Periode waktu bergabung dengan observasi yang ditunjukkan sebagai tanda. Oleh karena itu, Y_t menunjukkan nilai dari runtun waktu pada periode waktu. .

Notasi matematika juga harus dikembangkan untuk membedakan antara sebuah nilai nyata dari runtun waktu dan nilai ramalan. \hat{A} akan diletakkan di atas sebuah nilai untuk mengindikasikan bahwa hal tersebut sedang diramal. Nilai ramalan untuk X_t adalah \hat{F}_t . Ketepatan dari teknik peramalan sering kali dinilai dengan membandingkan deret asli X_1, X_2, \dots dengan deret nilai ramalan $\hat{F}_1, \hat{F}_2, \dots$

Beberapa metode lebih ditentukan untuk meringkas kesalahan (*error*) yang dihasilkan oleh fakta (keterangan) pada teknik peramalan. Sebagian besar dari pengukuran ini melibatkan rata-rata beberapa fungsi dari perbedaan antara nilai aktual dan nilai peramalannya. Perbedaan antara nilai observasi dan nilai ramalan ini sering dimaksud sebagai residual.

Persamaan dibawah ini digunakan untuk menghitung error atau sisa untuk tiap periode peramalan.

$$e_t = X_t - \hat{F}_t \dots \dots \dots (2.29)$$

Keterangan :

e_t : error ramalan pada periode waktu t

X_t : nilai aktual pada periode waktu t .

\hat{F}_t : nilai ramalan untuk periode waktu t .

Satu metode untuk mengevaluasi metode peramalan menggunakan jumlah dari kesalahan-kesalahan yang absolut. *Mean Absolute Deviation* (MAD) mengukur ketepatan ramalan dengan merata-rata kesalahan dugaan (nilai absolut masing-masing kesalahan). MAD paling berguna ketika orang yang menganalisa ingin mengukur kesalahan ramalan dalam unit yang sama dengan deret asli.

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |X_t - \hat{F}_t| \dots\dots\dots (2.30)$$

Mean Squared Error (MSE) adalah metode lain untuk mengevaluasi metode peramalan. Masing-masing kesalahan atau sisa dikuadratkan. Kemudian dijumlahkan dan dibagi dengan jumlah observasi. Pendekatan ini mengatur kesalahan peramalan yang besar karena kesalahan-kesalahan itu dikuadratkan. Suatu teknik yang menghasilkan kesalahan moderat mungkin lebih baik untuk salah satu yang memiliki kesalahan kecil tapi kadang-kadang menghasilkan sesuatu yang sangat besar. Berikut ini rumus untuk menghitung MSE :

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (X_t - \hat{F}_t)^2 \dots\dots\dots (2.31)$$

Persamaan berikut sangat berguna untuk menghitung kesalahan-kesalahan peramalan dalam bentuk persentase daripada jumlah. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dihitung dengan menggunakan kesalahan absolut pada tiap periode dibagi dengan nilai observasi yang nyata untuk periode itu. Kemudian, merata-rata kesalahan persentase absolut tersebut. Pendekatan ini berguna ketika ukuran atau besar variabel ramalan itu penting dalam mengevaluasi ketepatan ramalan. MAPE dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|X_t - \hat{F}_t|}{X_t} * 100 \dots\dots\dots (2.32)$$

Untuk menentukan apakah suatu metode peramalan bisa (peramalan tinggi atau rendah secara konsisten). *Mean Percentage Error* (MPE) digunakan dalam kasus ini. MPE dihitung dengan mencari kesalahan pada tiap periode dibagi dengan nilai nyata untuk periode itu. Kemudian, merata-rata kesalahan persentase ini. Jika pendekatan peramalan tidak bias, MPE akan menghasilkan angka mendekati nol. Jika hasilnya mempunyai persentase negatif yang besar, metode peramalannya dapat dihitung. Jika hasilnya mempunyai persentase positif yang besar, metode peramalan tidak dapat dihitung. MPE dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$MPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{(X_t - \hat{F}_t)}{X_t} \dots\dots\dots (2.33)$$

2.10 Penelitian Sebelumnya

1. Permatasari, Al & Mahmudy, “*Pemodelan Regresi Linier dalam Konsumsi KWH Listrik di Kota Batu Menggunakan Algoritma Genetika*”. WF 2015. *Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya*, Vol 5, no 14. Dalam penelitian tersebut parameter algoritma genetika berpengaruh terhadap hasil solusi yang diberikan. Nilai parameter yang besar belum tentu menghasilkan solusi yang terbaik. Dalam system pemodelan regresi untuk konsumsi kWh listrik dengan menggunakan algoritma genetika, , ukuran populasi terbaik adalah sebanyak 140 *popSize* dengan rata-rata nilai *fitness* 0,8317475, generasi yang paling mendekati solusi terbaik adalah sebanyak 1250 generasi dengan rata-rata nilai *fitness* 0,8317476, serta nilai kombinasi tertinggi adalah *crossover rate* sama dengan 0,7 dan *mutation rate* sama dengan 0,3 dengan rata-rata nilai *fitnees* 0,83175.
2. Maslucha (13621034), “*Sistem Prediksi Penggunaan Listrik Pelanggan di PT PLN (Persero) Rayon Lamongan Area Bojonegoro dengan Metode Triple Exponential Smoothing (Brown)*”. Tahun 2017, Unmuh Gresik. Berdasarkan pada analisis hasil pengujian sistem, dapat disimpulkan bahwa aplikasi ini dapat

melakukan perhitungan peramalan dengan cukup baik. Hal ini dibuktikan Dari pengujian pada 10 pelanggan PLN Lamongan berdasarkan acuan 3 bulan, 6 bulan dan 12 bulan menghasilkan rata-rata nilai MAPE terkecil yaitu pengujian menggunakan acuan 3 bulan dengan nilai rata-rata 2,922% dan hasil kesalahan peramalan terbaik oleh pelanggan atas nama Soetjipto menggunakan acuan 3 bulan sebelumnya dengan nilai alpha 0,2 menghasilkan nilai MAD 4,849 dan MAPE 2,020%.

3. M. Riski Abriyanto S. (13621034), “Sistem prediksi jumlah pasien rawat jalan di RS. Muhammadiyah Gresik dengan Metode *Triple Exponential Smoothing (Brown)*”. Tahun 2018, Unmuh Gresik. Berdasarkan pada analisis hasil pengujian sistem, dapat disimpulkan bahwa aplikasi ini dapat melakukan perhitungan peramalan dengan cukup baik. Hal ini dibuktikan dari perhitungan 3 kategori pengujian mulai dari perhitungan dengan data acuan 3 bulan, 6 bulan, 12 bulan dengan masing - masing menggunakan 9 alpha yang berbeda yaitu alpha 0,1 - 0,9 pada jumlah pasien 6 poli rawat jalan di RS. Muhammadiyah Gresik menghasilkan rata - rata *error* nilai MAPE terkecil.