

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Sistem

2.1.1. Pengertian Sistem

Sistem merupakan suatu kesatuan dimana terdiri dari elemen atau komponen yang dihubungkan secara bersama supaya dapat memudahkan transfer materi, energy atau informasi. Sistem dikenal sebagai kesatuan bagian yang memiliki keterhubungan antara satu dengan yang lainnya dan mempunyai item – item penggerak. Semisal sistem pemerintahan singapura dan sistem eksresi di manusia serta sistem komputer.

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

- a. Menurut Pamudji Sistem adalah suatu keseluruhan dan kebutuhan yang kompleks atau tersusun rapi dimana suatu pepaduan atau himpunan hal – hal atau bagian – bagian yang membentuk suatu keseluruhan yang utuh atau kompleks.
- b. Menurut Salisbury Sistem adalah komponen – komponen atau sekelompok bagian yang saling bekerja sama sebagian suatu kesatuan fungsi.
- c. Menurut Lidwig Von Bertalanffy Sistem adalah sekumpulan unsur – unsur yang berada dalam keadaan yang berinteraksi.

Jadi sistem merupakan sekelompok bagian yang saling berhubungan dan kerjasama agar dapat memudahkan dalam menjalankan tugas – tugas dan dapat mencapai suatu kesatuan yang bermanfaat.

2.1.2. Elemen – Elemen Penting Pada Sistem

Ada beberapa elemen yang membentuk sebuah sistem, yaitu : tujuan, masukan, proses, keluaran, batas, mekanisme pengendalian dan umpan balik serta lingkungan. Berikut penjelasan mengenai elemen-elemen yang membentuk sebuah sistem :

a) Tujuan

Setiap sistem memiliki tujuan (Goal), entah hanya satu atau mungkin banyak. Tujuan inilah yang menjadi pemotivasi yang mengarahkan sistem. Tanpa tujuan, sistem menjadi tak terarah dan tak terkendali. Tentu saja, tujuan antara satu sistem dengan sistem yang lain berbeda.

b) Masukan

Masukan (input) sistem adalah segala sesuatu yang masuk ke dalam sistem dan selanjutnya menjadi bahan yang diproses. Masukan dapat berupa hal-hal yang berwujud (tampak secara fisik) maupun yang tidak tampak. Contoh masukan yang berwujud adalah bahan mentah, sedangkan contoh yang tidak berwujud adalah informasi (misalnya permintaan jasa pelanggan).

c) Proses

Proses merupakan bagian yang melakukan perubahan atau transformasi dari masukan menjadi keluaran yang berguna dan lebih bernilai, misalnya berupa informasi dan produk, tetapi juga bisa berupa hal-hal yang tidak berguna, misalnya saja sisa pembuangan atau limbah. Pada pabrik kimia, proses dapat berupa bahan mentah. Pada rumah sakit, proses dapat berupa aktivitas pembedahan pasien.

d) Keluaran

Keluaran (output) merupakan hasil dari pemrosesan. Pada sistem informasi, keluaran bisa berupa suatu informasi, saran, cetakan laporan, dan sebagainya.

e) Batas

Yang disebut batas (boundary) sistem adalah pemisah antara sistem dan daerah di luar sistem (lingkungan). Batas sistem menentukan konfigurasi, ruang lingkup, atau kemampuan sistem. Sebagai contoh, tim sepakbola mempunyai aturan permainan dan keterbatasan kemampuan pemain. Pertumbuhan sebuah toko kelontong dipengaruhi oleh pembelian pelanggan, gerakan pesaing dan keterbatasan dana dari bank. Tentu saja batas sebuah sistem dapat dikurangi atau dimodifikasi sehingga akan

mengubah perilaku sistem. Sebagai contoh, dengan menjual saham ke publik, sebuah perusahaan dapat mengurangi keterbatasan dana.

f) Mekanisme Pengendalian dan Umpan Balik

Mekanisme pengendalian (control mechanism) diwujudkan dengan menggunakan umpan balik (feedback), yang mencuplik keluaran. Umpan balik ini digunakan untuk mengendalikan baik masukan maupun proses. Tujuannya adalah untuk mengatur agar sistem berjalan sesuai dengan tujuan.

g) Lingkungan

Lingkungan adalah segala sesuatu yang berada di luar sistem. Lingkungan bisa berpengaruh terhadap operasi sistem dalam arti bisa merugikan atau menguntungkan sistem itu sendiri. Lingkungan yang merugikan tentu saja harus ditahan dan dikendalikan supaya tidak mengganggu kelangsungan operasi sistem, sedangkan yang menguntungkan tetap harus terus dijaga, karena akan memacu terhadap kelangsungan hidup sistem.

2.1.3. Jenis – Jenis Sistem

Ada berbagai tipe sistem berdasarkan kategori:

- a) Atas dasar keterbukaan:
 - a. sistem terbuka, dimana pihak luar dapat mempengaruhinya.
 - b. sistem tertutup.
- b) Atas dasar komponen:
 - a. Sistem fisik, dengan komponen materi dan energi.
 - b. Sistem non-fisik atau konsep, berisikan ide-ide.

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 Darah

Darah berasal dari bahasa Yunani yakni “Kemo”, “Hemato” dan “Haima” yang berarti darah. Darah adalah cairan yang terdapat pada semua makhluk hidup (kecuali tumbuhan) tingkat tinggi yang berfungsi mengirimkan zat – zat dan oksigen yang dibutuhkan oleh jaringan tubuh, mengangkut bahan – bahan kimia hasil metabolisme, dan juga berfungsi sebagai pertahanan tubuh manusia terhadap virus atau bakteri.

Darah manusia adalah cairan di dalam tubuh yang berfungsi untuk mengangkut oksigen yang diperlukan oleh sel – sel di seluruh tubuh. Darah juga mempunyai jaringan tubuh dengan nutrisi, mengangkut zat – zat sisa metabolisme, dan mengandung beberapa bahan penyusun sistem imun yang bertujuan mempertahankan tubuh dari beberapa penyakit. Hormone – hormone dari sistem endokrin juga diedarkan melalui darah.

Golongan darah merupakan pengklasifikasian darah dari setiap individu yang didasarkan dengan ada atau tidaknya zat antigen warisan di permukaan membran sel darah merah. Golongan darah manusia dapat ditentukan berdasarkan jenis antigen dan antibody yang terdapat didalam darah.

Macam – macam dari golongan darah manusia di dunia adalah :

- a. Golongan darah A
- b. Golongan darah B
- c. Golongan darah AB
- d. Golongan darah O

2.4 Peramalan (*Forecasting*)

2.4.1 Pengertian 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 (*forecasting*) diperlukan untuk menetapkan patokan dalam membuat rencana. Tanpa adanya patokan (dasar), tidak mungkin rencana bisa dibuat. Ramalan penjualan diperlukan untuk menentukan jumlah produksi baik jasa maupun barang yang harus dipersiapkan. Peramalan dapat dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif. Pengukuran secara kuantitatif yaitu dengan menggunakan metode statistik sedangkan pengukuran secara kualitatif yaitu dengan berdasarkan pendapat. Berdasarkan uraian tersebut peramalan dikenal dengan istilah prakiraan dan prediksi.

Untuk lebih memahami definisi mengenai peramalan, penulis mengemukakan beberapa pendapat para ahli, yaitu: Pengertian prediksi menurut Eddy Herjanto (2008 : 78) mendefinisikan : “prediksi adalah proses peramalan di masa datang dengan lebih mendasarkan pada pertimbangan intuisi, dalam prediksi juga sering digunakan data kuantitatif sebagai pelengkap informasi dalam melakukan peramalan”. Sedangkan “prakiraan didefinisikan sebagai proses peramalan (kejadian) di masa datang dengan berdasarkan data variabel di masa sebelumnya.” .Dari uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan antara peramalan dan prediksi. Peramalan dilakukan perusahaan bilamana kondisi perusahaan sudah berjalan sebagaimana mestinya atau proses produksi telah berjalan sehingga terdapat data masa lalu yang dijadikan dasar untuk melakukan prakiraan. Sedangkan prediksi dilakukan bila proses produksi baru akan berjalan, dalam hal ini perusahaan belum mempunyai data masa lalu untuk dijadikan dasar untuk membuat suatu prakiraan. Sedangkan pengertian peramalan menurut Roger G. Scroeder (2003 : 205) mendefinisikan : ***“Forecasting is the art and science of predicting future events “***. Artinya : “Peramalan adalah seni dan ilmu dalam memprediksi kejadian di masa yang akan datang.”

Sejalan dengan itu menurut Jay Heizer dan Barry Rounder yang telah diterjemahkan “Peramalan adalah seni dan ilmu dalam memprediksi kejadian masa yang akan datang dengan menggunakan data masa lalu dalam menentukan kejadian yang akan datang dengan pendekatan matematis.” Dari uraian yang telah dipaparkan penulis maka dapat ditarik sebuah kesimpulan bahwa peramalan adalah ilmu atau seni yang digunakan sebuah manajemen dalam

memprediksi kejadian di masa yang akan datang dengan menggunakan data masa lalu yang diolah menggunakan metode-metode tertentu.

2.4.2 Jenis Peramalan

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 dikelompokkan 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. Peramalan 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.

2.4.3 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.

2.4.4 Faktor – faktor yang Mempengaruhi Peramalan

Dalam 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 adalah cakupan waktu dimasa yang akan datang. Sedangkan yang kedua adalah jumlah periode 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 sistematis dapat dijelaskan dengan analisa regresi dan korelasi.

4. Biaya

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

5. Ketepatan

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

6. Penggunaan Metode

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

2.4.5 Langkah-Langkah Peramalan

Beberapa langkah yang perlu diperhatikan untuk memastikan bahwa permintaan yang dilakukan dapat mencapai taraf ketepatan yang optimal, menurut Jay haizer dan Barry render (2006:139) adalah sebagai berikut :

1. Keadaan perusahaan yang bersangkutan. Masing-masing metode akan memberikan hasil ramalan Menetapkan Tujuan Peramalan.
2. Langkah pertama dalam penyusunan peramalan adalah penentuan estimasi yang diinginkan. Sebaliknya, tujuan tergantung pada kebutuhan-kebutuhan informasi para manajer. Misalnya, manajer membuat permalan penjualan untuk mengendalikan produksi.
3. Memilih Unsur Apa Yang Diramal.
4. Setelah tujuan ditetapkan, langkah selanjutnya adalah memilih produk apa yang akan diramal. Misalnya, jika ada lima produk yang akan dijual, produk mana dulu yang akan dijual.
5. Menetapkan Horizon Waktu Peramalan.
6. Apakah ini merupakan peramalan jangka pendek, menengah, atau jangka panjang. Misalnya, seorang manajer pada perusahaan "x" menyusun prediksi penjualan bulanan, kuartalan, tahunan.
7. Memilih Tipe Model Peramalan
8. Pemilihan model peramalan disesuaikan dengan yang berbeda.
9. Mengumpulkan Data Yang Diperlukan Untuk Melakukan Peramalan. Apabila kebijakan umum telah ditetapkan, maka data yang dibutuhkan untuk penyusunan peramalan penjualan produk dapat diketahui. Data bila ditinjau dari sumberdaya terbagi menjadi dua, yaitu:
 - a. Data internal, data dari dalam perusahaan
 - b. Data eksternal, data dari luar perusahaan.
 - c. Membuat peramalan
 - d. Memvalidasi dan menetapkan hasil peramalan

Peramalan dikaji di departemen penjualan, pemasaran, keuangan, dan produksi untuk memastikan bahwa model, asumsi, dan data yang digunakan

sudah valid. Perhitungan kesalahan dilakukan, kemudian peramalan digunakan untuk menjadwalkan bahan, peralatan, dan pekerja pada setiap pabrik.

2.5 Exponential Smoothing (Pemulusan Eksponensial)

2.5.1 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 gejala 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

2.5.2. Single Exponential Smoothing

2.5.2.1 Single Exponential Smoothing (One Parameter)

Metode ini juga digunakan 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:

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

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:

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

Atau

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

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:

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

2.5.2.2 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 .

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

Dimana

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

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

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

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

Keterangan: E_t = Kesalahan exponential smoothing

M_t = Mean absolute deviation yang dirapikan secara exponential

2.5.3 Double Exponential Smoothing

2.5.3.1 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 Exponential Smoothing* 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:

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

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

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

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

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

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

2.5.3.2 Double Exponential Smothing 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:

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

Pemulusan total: $b_t = \gamma(S_t - S_{-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1}, \dots\dots\dots(2.16)$

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

- 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

2.5.4 Triple Exponential Smoothing

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

Metode ini sebagaimana halnya dengan pemulusan eksponensial linier 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: $S'_t = \alpha \chi_t + (1 - \alpha) S'_{t-1} \dots\dots\dots(2.18)$

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

$\dots\dots\dots(2.20)$

Pemulusan Tripel: $S_t''' = \alpha S_t'' + (1 - \alpha)S_{t-1}'''$

Pemulusan Total: $a_t = 3S_t' - 3S_t'' + 3S_t''' \dots\dots\dots(2.21)$

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

Pemulusan Kuadratik: $C_t = \frac{\alpha^2}{(1-\alpha)^2} (S_t' - 2S_t'' + S_t''') \dots\dots\dots(2.23)$

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

- 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

2.5.4.2 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 :

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

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

Pemulusan Trend:

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

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

2.6 Contoh perhitungan Triple Exponential Smoothing

Berikut ini adalah salah satu contoh perhitungan dengan menggunakan triple exponential smoothing: metode kuadratik satu parameter (Brown), contoh peramalan pengadaan air, Agar dapat memulai sistem peramalan metode Brown kita memerlukan $S^t(1)$, $S''(1)$ dan $S'''(1)$ karena $S^t(2) = \alpha X_t + (1 - \alpha)S^t(1)$, $S''(2) = \alpha S^t(2) + (1 - \alpha)S''(1)$ dan $S'''(2) = \alpha S''(2) + (1 - \alpha)S'''(1)$ Karena pada proses pertama, nilai $S^t(1)$, $S''(1)$ dan $S'''(1)$ tidak diketahui, maka kita dapat menggunakan nilai observasi dengan data aktual yang pertama (X_1). Berdasarkan data di bawah ini akan di hitung peramalan pada periode ke 4, dengan alpha:0,2.

Tabel 2.1 Data Aktual Pengadaan Air

Periode	Pengadaan air gedung (m3) (Xt)
1	130
2	135
3	144

$S^t = \alpha X_t + (1 - \alpha)S^{t-1}$

$S^t = 0,2 \cdot 135 + (1 - 0,2)130 = 131$

$$S''t = \alpha S't + (1 - \alpha)S''t-1$$

$$S''t = 0,2 \cdot 131 + (1 - 0,2)130 = 130,2$$

$$S'''t = \alpha S''t + (1 - \alpha)S'''t-1$$

$$S'''t = 0,2 \cdot 130,2 + (1 - 0,2)130 = 130,04$$

$$at = 3S't - 3S''t + S'''t$$

$$at = 3 \cdot 131 - 3 \cdot 130,2 + 130,04 = 132,44$$

$$bt = \frac{\alpha}{2(1-\alpha)^2} [(6 - 5\alpha)S't - (10 - 8\alpha)S''t + (4 - 3\alpha)S'''t]$$

$$bt = \frac{0,2}{2(1-0,2)^2} [(6 - 5 \cdot 0,2)131 - (10 - 8 \cdot 0,2)130,2 + (4 - 3 \cdot 0,2)130,04]$$

$$bt = \frac{0,2}{1,28} [(655) - (1.093,68) + (442,136)]$$

$$bt = 0,15625 (3,456) = 0,54$$

$$ct = \frac{\alpha^2}{(1-\alpha)^2} (S't - 2S''t + S'''t)$$

$$ct = \frac{0,2^2}{(1-0,2)^2} (131 - 2 \cdot 130,2 + 130,04)$$

$$ct = \frac{0,04}{0,64} (0,64) = 0,04$$

$$Ft + m = at + bt m + \frac{1}{2} ctm^2$$

$$= 132,4 + 0,54 (1) + \frac{1}{2} (0,04) (1)^2$$

$$= 132,44 + 0,54 + 0,02 = 133$$

Data Periode 3 adalah 144 dipergunakan untuk meramal periode ke 4

$$S't = \alpha X_t + (1 - \alpha)S't-1$$

$$S't = 0,2 \cdot 144 + (1 - 0,2) \cdot 131 = 133,6$$

$$S''t = \alpha S't + (1 - \alpha)S''t-1$$

$$S''t = 0,2 \cdot 133,6 + (1 - 0,2)130,2 = 130,88$$

$$S'''t = \alpha S''t + (1 - \alpha)S'''t-1$$

$$S'''t = 0,2 \cdot 130,88 + (1 - 0,2)130,04 = 130,208$$

$$at = 3S't - 3S''t + S'''t$$

$$at = 3.133,6 - 3.130,88 + 130,208 = 138,368$$

$$bt = \frac{\alpha}{2(1-\alpha)^2} [(6-5\alpha)S't - (10-8\alpha)S''t + (4-3\alpha)S'''t]$$

$$bt = \frac{0,2}{2(1-0,2)^2} [(6-5.0,2)133,6 - (10-8.0,2)130,88 + (4-3.0,2)130,208]$$

$$bt = \frac{0,2}{1,28} [(668) - (1099,392) + (442,7072)]$$

$$bt = 0,15625 (11,3152) = 1,768$$

$$ct = \frac{\alpha^2}{(1-\alpha)^2} (S't - 2S''t + S'''t)$$

$$ct = \frac{0,2^2}{(1-0,2)^2} (133,6 - 2.130,88 + 130,208)$$

$$ct = \frac{0,04}{0,64} (2,048) = 0,128$$

$$Ft + m = at + bt m + \frac{1}{2} ctm^2$$

$$= 138,368 + 1,768(1) + \frac{1}{2} (0,128) (1)^2$$

$$= 138,368 + 1,768 + 0,064 = 140,204$$

Jadi, Peramalan periode ke 4 adalah 140,20

Tabel 2.2 Contoh Hasil Perhitungan *Triple Exponential Smoothing*

Periode	Data Aktual M3 (Xt)	S't	S''t	S'''t	at	bt	ct	Ft+m
1	130	130	130	130	-	-	-	
2	135	131	130,2	130,04	132,44	0,54	0,54	
3	144	133,6	130,88	130,208	138,37	1,77	0,128	133
4								140,20

2.7 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 *X* 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, X_t menunjukkan nilai dari runtun waktu pada periode waktu t .

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.

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

Dimana :

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 bisa, 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:

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

2.8 Penelitian Sebelumnya

Penulis mengkaji dari hasil – hasil penelitian yang memiliki kesamaan topik dengan yang sedang diteliti oleh penulis. Adapun beberapa kajian yang berhubungan dengan topik yang sedang diteliti, antara lain:

1. Pada penelitian sebelumnya yaitu Sistem Prediksi Persediaan Darah Di PMI Kabupaten Gresik Dengan Metode *Least Square* (Nurul Jannah Saputri, 2016) mahasiswa teknik informatika Universitas Muhammadiyah Gresik meramalkan persediaan darah di PMI kabupaten gresik bertujuan untuk mengetahui kebutuhan persediaan darah pada bulan berikutnya agar dapat membantu pasien yang membutuhkan darah dapat ditolong dengan baik dan cepat, data yang digunakan berupa stok darah bulan sebelumnya sebanyak 24 periode dari PMI Kabupaten Gresik menggunakan metode *Least Square* dengan hasil MAPE terbaik 9%. dari salah satu model pengujian yang dilakukan.
2. Pada penelitian prediksi dengan metode exponential smoothing sebelumnya memprediksi air pada PDAM tirta marta. Bagus Fajar Wirautama. (2017) mahasiswa teknik informatika Universitas Muhammadiyah Gresik meramalkan produksi air di seluruh kabupaten gresik bertujuan untuk mengatasi permasalahan jumlah produksi agar dapat membantu penentuan distribusi debit air di setiap kecamatan, variable data yang digunakan berupa hasil produksi bulan sebelumnya sebanyak 36 periode dari seluruh kecamatan yang menggunakan air PDAM di kabupaten gresik menggunakan metode *triple exponential smoothing (brown)* dengan hasil MAPE terbaik 6,279% dari salah satu model pengujian di salah satu kecamatan.
3. Pada penelitian prediksi dengan metode exponential smoothing lainnya memprediksi stok obat. Ni Ketut Dewi Ari Jayanti (2015) mahasiswa teknik informatika Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Teknik Komputer (STMIK STIKOM BALI) memprediksi stok obat dengan tujuan agar dapat menentukan pengadaan stok obat yang tepat dan akurat sehingga dapat memberikan pelayanan terbaik bagi masyarakat, variable

data yang digunakan berupa hasil stok bulan sebelumnya sebanyak 6 periode dari 40 jenis obat yang dijual. Hasil dari prediksi ini menerangkan bahwa metode exponential smoothing dapat digunakan untuk memprediksi stok obat di periode yang akan datang, serta prediksi ini sangat membantu manajemen apotik dalam menetapkan stok obat yang harus disediakan.