

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Sistem

Sistem merupakan suatu kesatuan dimana terdiri dari elemen atau komponen yang dihubungkan secara bersamaan supaya dapat memudahkan transfer materi, energi atau informasi. Sistem dikenal sebagai kesatuan bagian yang memiliki keterhubungan antara satu dengan lainnya dan mempunyai item-item penggerak. semisal sistem pemerintahan singapura dan sitem ekskresi di manusia serta sistem komputer.

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

- a. Menurut Pamudji (1981) 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 (1995) Sistem adalah komponen-komponen atau sekelompok bagian yang saling bekerja sama sebagian suatu kesatuan fungsi.
- c. Menurut Lidwig Von Bartalanfy (2004) Sistem adalah sekumpulan unsur-unsur yang berada dalam keadaan yang berinteraksi.

Jadi system merupakan sekelompok bagian yang saling berhubungan dan kerjasama agar dapat memudahkan tugas-tugas dan dapat mencapai suatu kesatuan yang bermanfaat.

2.2 Produksi

2.2.1 Pengertian Produksi

Istilah produksi sering digunakan pada suatu perusahaan yang menghasilkan output, baik barang maupun jasa. Produksi adalah suatu proses dalam menghasilkan suatu produk, dimulai dari produk mentah sampai dengan produk yang bisa dipakai dan bernilai guna. Pengertian produksi dapat lebih jelas

diketahui dari beberapa definisi yang dikemukakan oleh para ahli, diantaranya sebagai berikut :

1. Pengertian produksi menurut Sofjan Assauri (2008;17), yaitu “Produksi adalah kegiatan yang mentransformasikan masukan (*input*) menjadi keluaran (*output*), tercakup semua aktivitas atau kegiatan yang menghasilkan barang atau jasa, serta kegiatan-kegiatan lain yang mendukung atau menunjang usaha untuk menghasilkan produk tersebut yang berupa barang-barang atau jasa.”
2. Pengertian produksi menurut Vincent Gaspersz (2004;3), yaitu “Produksi merupakan fungsi pokok dalam setiap organisasi, yang mencakup aktivitas yang bertanggung jawab untuk menciptakan nilai tambah produk yang merupakan output dari setiap organisasi industri itu.”

Dari definisi yang dikemukakan oleh Vincent Gaspersz diatas, maka dapat disimpulkan bahwa suatu tugas atau aktivitas dikatakan memiliki nilai tambah apabila penambahan beberapa input pada tugas itu akan memberikan nilai tambah produk (barang dan/atau jasa). Proses transformasi nilai tambah dari input menjadi output dalam sistem produksi modern selalu melibatkan komponen struktural dan fungsional.

Menurut Vincent Gaspersz (2004;6), sistem produksi memiliki beberapa karakteristik sebagai berikut :

1. Mempunyai komponen-komponen atau elemen-elemen yang saling berkaitan satu sama lain dan membentuk satu kesatuan yang utuh. Hal ini berkaitan dengan komponen struktural yang membangun sistem produksi
2. Mempunyai tujuan yang mendasari keberadaannya, yaitu menghasilkan produk (barang dan/atau jasa) berkualitas yang dapat dijual dengan harga kompetitif di pasar.
3. Mempunyai aktivitas berupa proses transformasi nilai tambah *input* menjadi *output* secara efektif dan efisien.
4. Mempunyai mekanisme yang mengendalikan pengoperasiannya, berupa optimalisasi pengalokasian sumber-sumber daya.

Berdasarkan definisi-definisi diatas, dapat disimpulkan bahwa produksi merupakan suatu aktivitas penciptaan barang atau jasa dengan menggunakan sumber daya yang dimiliki dengan mempertimbangkan pula aktivitas-aktivitas pendukung lainnya.

2.2.2 Tujuan Produksi

Dalam suatu perusahaan proses produksi sangatlah penting, proses ini sangat mempengaruhi naik turunnya perusahaan dalam melayani konsumen. Adapun beberapa tujuan produksi dalam suatu perusahaan sebagai berikut :

1. Menghasilkan barang atau jasa
2. Meningkatkan nilai guna barang atau jasa
3. Meningkatkan kemakmuran masyarakat
4. Meningkatkan keuntungan
5. Meningkatkan lapangan usaha
6. Menjaga kesinambungan usaha perusahaan

2.2.3 Bidang Produksi

Produksi dapat dikelompokkan menjadi beberapa bidang yaitu :

1. Bidang ekstraktif, yaitu produksi yang memungut langsung hasil yang disediakan alam tanpa melakukan pengolahan lebih lanjut. Seperti: pertambangan, penangkapan ikan.
2. Bidang agraris, yaitu produksi yang mengolah alam untuk memelihara tanaman dan hewan. Seperti: pertanian, perkebunan, peternakan.
3. Bidang industri, yaitu produksi yang mengolah :
 - a. Bahan mentah menjadi barang jadi contoh: kedelai diolah menjadi tempe.
 - b. Bahan mentah menjadi barang setengah jadi, contoh: kapas diolah menjadi benang pintalan.
 - c. Bahan setengah jadi menjadi barang setengah jadi, contoh: pintalan benang diolah menjadi kain.
 - d. Bahan setengah jadi menjadi barang jadi, contoh: kain diolah menjadi pakaian Pariwisata termasuk bidang produksi industri, karena mengolah objek wisata alam untuk mendatangkan wisatawan sehingga diperoleh pendapatan.

4. Bidang perdagangan, yaitu produksi yang mengumpulkan dan menjual kembali hasil produksi kepada yang memerlukan untuk memperoleh keuntungan. Seperti: toko, supermarket, kios.
5. Bidang jasa, yaitu produksi yang membantu dan memperlancar proses produksi tanpa ikut membuat barang itu sendiri. Jadi, bidang produksi jasa tidak menghasilkan barang melainkan hanya menghasilkan jasa. Contoh: perbankan, angkutan, asuransi.

2.3 Konsumen

Menurut Fadila Dewi dkk (2013:1), konsumen adalah seseorang yang menggunakan produk dan atau jasa yang dipasarkan. Sedangkan kepuasan konsumen adalah sejauh mana harapan pada pembelian seorang konsumen dipenuhi atau bahkan dilebihi oleh sebuah produk. Jika harapan konsumen tersebut dipenuhi maka ia akan merasa puas, dan jika melebihi harapan konsumen, maka konsumen akan merasa senang.

Konsumen dibagi menjadi dua kategori, yaitu konsumen personal dan konsumen organisasional. Konsumen personal adalah individual yang membeli barang dan jasa untuk digunakan sendiri, untuk penggunaan dalam rumah tangga, anggota keluarga dan teman. Sedangkan konsumen organisasional merupakan sebuah perusahaan, agen pemerintah atau institusi profit maupun nonprofit lainnya yang membeli barang, jasa dan peralatan lain yang diperlukan yang digunakan agar organisasi tersebut dapat berjalan dengan baik.

2.4 Penjualan

2.4.1 Pengertian Penjualan

Menurut Basu Swastha DH (2004 : 403) penjualan adalah interaksi antara individu saling bertemu muka yang ditujukan untuk menciptakan, memperbaiki, menguasai atau mempertahankan hubungan pertukaran sehingga menguntungkan bagi pihak lain. Penjualan dapat diartikan juga sebagai usaha yang dilakukan

manusia untuk menyampaikan barang bagi mereka yang memerlukan dengan imbalan uang menurut harga yang telah ditentukan atas persetujuan bersama.

2.4.2 Tujuan Penjualan

Kemampuan perusahaan dalam menjual produknya menentukan keberhasilan dalam mencari keuntungan, apabila perusahaan tidak mampu menjual maka perusahaan akan mengalami kerugian. Menurut Basu Swastha DH (2004 : 404) tujuan umum penjualan dalam perusahaan yaitu : Mencapai volume penjualan, Mendapatkan laba tertentu dan Menunjang pertumbuhan perusahaan.

2.4.3 Faktor-Faktor Penjualan

Faktor-faktor yang mempengaruhi penjualan menurut Basu Swastha (2004) sebagai berikut :

1. Kondisi dan Kemampuan Penjual. Kondisi dan kemampuan terdiri dari pemahaman atas beberapa masalah penting yang berkaitan dengan produk yang dijual, jumlah dan sifat dari tenaga penjual adalah:
 - a) Jenis dan karakteristik barang atau jasa yang ditawarkan
 - b) Harga produk atau jasa
 - c) Syarat penjualan, seperti: pembayaran, pengiriman
2. Kondisi Pasar Pasar mempengaruhi kegiatan dalam transaksi penjualan baik sebagai kelompok pembeli atau penjual. Kondisi pasar dipengaruhi oleh beberapa faktor yakni : jenis pasar, kelompok pembeli, daya beli, frekuensi pembelian serta keinginan dan kebutuhannya.
3. Modal Modal atau dana sangat diperlukan dalam rangka untuk mengangkut barang dagangan ditempatkan atau untuk membesar usahanya. Modal perusahaan dalam penjelasan ini adalah modal kerja perusahaan yang digunakan untuk mencapai target penjualan yang dianggarkan, misalnya dalam menyelenggarakan stok produk dan dalam melaksanakan kegiatan penjualan memerlukan usaha seperti alat transportasi, tempat untuk menjual, usaha promosi dan sebagainya.
4. Kondisi Organisasi Perusahaan Pada perusahaan yang besar, biasanya masalah penjualan ini ditangani oleh bagian tersendiri, yaitu bagian penjualan yang dipegang oleh orang-orang yang ahli dibidang penjualan.

2.5 Peramalan (*Forecasting*)

2.5.1 Pengertian Peramalan (*Forecasting*)

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. Scoeder (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 peneliti 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.

2.5.2 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 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, mancup 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. Misalya, peramalan dalam hubungannya dengan perencanaan pembelian material, penjadwalan kerja dan penugasan karyawan.

2.5.3 Kegunaan Peramalan

Kegunaan peramalan (*forecasting*) menurut Jhon E. Biegel (1999: 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.

2.5.4 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, penyimpanan (*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.

2.5.5 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. 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.
2. Memilih Unsur Apa yang Diramal.
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.
3. Menetapkan Horizon Waktu Peramalan.
Apakah ini merupakan peramalan jangka pendek, menengah, atau jangka panjang. Misalnya, seorang manajer pada perusahaan “x” menyusun prediksi penjualan bulanan, kuartalan, tahunan.
4. Memilih Tipe Model Peramalan
Pemilihan model peramalan disesuaikan dengan yang berbeda.
5. 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.

2.6 Exponential Smoothing (Pemulusan Eksponensial)

2.6.1 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 1995*) 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 (1983)* 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.

2.6.2 Single Exponential Smoothing

2.6.2.1 Single Exponential Smoothing (One Parameter)

Metode ini juga digunakan untuk data-data yang bersifat stasioner dan tidak menunjukkan pola atau Trend, 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:

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

2.6.2.2 *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,

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

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

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

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

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

2.6.3 *Double Exponential Smoothing*

2.6.3.1 *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 Trendd pada plot datanya. Untuk itu Brown's memanfaatkan nilai peramalan dari hasil *single Eksponensial 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:

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

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

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

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

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

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 trend
	F_{t-m}	= nilai ramalan
	m	= periode masa mendatang
	α	= konstanta dengan nilai antara 0 dan 1

2.6.3.2 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:

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

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

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

Keterangan:

S_t	= Nilai pemulusan tunggal
X_t	= Data aktual pada waktu ke-t
b_t	= Pemulusan trend
F_{t-m}	= nilai ramalan
m	= periode masa mendatang
α, γ	= konstanta dengan nilai antara 0 dan 1

2.6.4 Triple Exponential Smoothing

2.6.4.1 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 Trendd 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*:

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

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

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

$$\text{Pemulusan Total } a_t = 3S'_t - 3S''_t + S'''_t, \dots\dots\dots (2.21)$$

Pemulusan Trend $b_t = \frac{\alpha}{2(1-\alpha)^2} [(6 - 5\alpha) S'_t - (10 - 8\alpha)S''_t + (4 - 3\alpha)S'''_t]$ (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 trend
 - C_t = Pemulusan Kuadratik
 - F_{t+m} = nilai ramalan
 - m = periode masa mendatang
 - α = konstanta dengan nilai antara 0 dan 1

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

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

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 trend
 - 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

2.7 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 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 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 mengindikasi 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:

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

2.8 Penelitian Sebelumnya

1. Bagus Fajar Wiratama (11621027), “*Prediksi Produksi Air Studi Kasus PDAM Kabupaten Gresik 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 3 kategori pengujian di 6 kecamatan menghasilkan nilai prediksi pemakaian air terbaik dengan nilai *error* MAD dan MAPE terendah yaitu di kecamatan Gresik Kota memiliki nilai prediksi pemakaian air sebesar 627.437 m³ dengan alpha (0,1) dalam pengujian

dengan data acuan 6 bulanan dan memiliki nilai MAD 57,248 dan MAPE 9,209%, kecamatan Kebomas memiliki nilai prediksi pemakaian air sebesar 258,125 m³ dengan alpha (0,1) dalam pengujian dengan data acuan 12 bulanan dan memiliki nilai MAD 20,782 dan MAPE 8,300%, kecamatan Manyar memiliki nilai prediksi pemakaian air sebesar 264,667 m³ dengan alpha (0,1) dalam pengujian dengan data acuan 6 bulanan dan memiliki nilai MAD 18,084 dan MAPE 7,111%, kecamatan Cerme memiliki nilai prediksi pemakaian air sebesar 199,502 m³ dengan alpha (0,2) dalam pengujian dengan data acuan 3 bulanan dan memiliki nilai MAD 14,048 dan MAPE 7,992%, kecamatan Menganti memiliki nilai prediksi pemakaian air sebesar 224,384 m³ dengan alpha (0,1) dalam pengujian dengan data acuan 12 bulanan dan memiliki nilai MAD 12,744 dan MAPE 6,279% dan kecamatan Driyorejo memiliki nilai prediksi pemakaian air sebesar 381,513 m³ dengan alpha (0,1) dalam pengujian dengan data acuan 12 bulanan dan memiliki nilai MAD 29,958 dan MAPE 8,099%.

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.