

PERBANDINGAN METODE SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING DAN METODE EXPONENTIAL SMOOTHING ADJUSTED FOR TREND (HOLT'S METHOD) UNTUK MERAMALKAN PENJUALAN. STUDI KASUS: TOKO ONDERDIL MOBIL "PRODI, PURWODADI"

Anggi Hartono
Djoni Dwijana, Wimmie Handiwidjojo

Abstrak

Salah satu masalah didalam sebuah toko adalah memprediksi jumlah barang. Memprediksi jumlah barang yang akan terjual dapat dilakukan dengan mempelajari data penjualan pada periode sebelumnya. Untuk memprediksi jumlah barang, dapat dilakukan dengan cara meramalkan. Perbandingan metode Single Exponential Smoothing dan Exponential Smoothing Adjusted for Trend digunakan untuk keakuratan meramalkan jumlah barang yang akan terjual untuk periode yang akan datang. Single Exponential Smoothing merupakan metode peramalan yang digunakan untuk data stasioner atau data yang relatif stabil. Exponential Smoothing Adjusted for Trend digunakan untuk data yang memiliki trend atau data yang memiliki kecenderungan peningkatan atau penurunan dalam jangka panjang.

Hasil yang dicapai dari penelitian ini adalah metode Single Exponential Smoothing lebih tepat dibandingkan metode Exponential Smoothing Adjusted for Trend (Holt's Method) karena pada histori penjualan tidak mengalami peningkatan penjualan / tidak ada trend. Selain itu, persentase kesalahan (selisih data aktual dengan nilai peramalan) dan MAD (untuk menghitung forecast error) yang didapat dari metode Single Exponential Smoothing lebih kecil dibandingkan dengan metode Exponential Smoothing Adjusted for Trend.

Kata Kunci : *Peramalan, Holt, Single, Exponential, Smoothing*

1. Pendahuluan

Peramalan penjualan merupakan hal yang penting dalam sebuah toko karena dengan menggunakan peramalan, toko dapat memprediksi jumlah barang yang harus ada di dalam gudang. Stok barang terlalu banyak menyebabkan terjadinya penumpukan barang di gudang yang pada akhirnya berpengaruh terhadap perputaran barang dan keuangan. Stok barang yang terlalu sedikit juga berpengaruh terhadap perputaran uang karena barang yang habis tidak dapat memenuhi permintaan pelanggan. Stok barang yang terlalu banyak dan terlalu sedikit ini disebabkan oleh pemilik toko yang tidak tahu seberapa banyak barang yang akan terjual untuk periode berikutnya.

Berdasarkan masalah tersebut, maka perlu dibangun sistem berupa aplikasi berbasis komputer yang berfungsi untuk meramalkan jumlah barang yang akan terjual untuk periode berikutnya. Sistem ini diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif solusi untuk mengatasi masalah ini. Untuk mendukung proses tersebut, maka diperlukan *Forecasting / Peramalan* dengan metode *Single Exponential Smoothing* dan *Exponential Smoothing Adjusted for Trend (Holt's Method)*.

2. Peramalan

Peramalan merupakan alat bantu yang penting dalam perencanaan yang efektif dan efisien. Peramalan merupakan bagian integral dari kegiatan pengambilan keputusan manajemen. Organisasi/ departemen selalu menentukan sasaran dan tujuan, berusaha menduga faktor-faktor

lingkungan dan kemudian memilih tindakan yang diharapkan akan menghasilkan pencapaian sasaran tujuan tersebut.

2.1 Single Exponential Smoothing

Metode *Single Exponential Smoothing* adalah metode yang menunjukkan pembobotan menurun secara eksponensial terhadap nilai observasi yang lebih tua. Yaitu nilai yang lebih baru diberikan bobot yang relatif lebih besar dibanding nilai observasi yang lebih lama. Metode ini memberikan sebuah pembobotan eksponensial rata-rata bergerak dari semua nilai observasi sebelumnya. Pada metode ini tidak dipengaruhi oleh *trend* maupun musim. Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$\hat{Y}_{t+1} = \alpha Y_t + (1-\alpha) \hat{Y}_t \quad \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

\hat{Y}_{t+1} = nilai peramalan untuk periode berikutnya

Y_t = permintaan untuk periode t

\hat{Y}_t = nilai peramalan untuk periode t

α = faktor bobot penghalusan ($0 < \alpha < 1$)

Pada rumus (1), untuk meramalkan nilai periode berikutnya, diperlukan data permintaan dari periode sebelumnya dan peramalan periode sebelumnya.

2.2 Holt's Method

Metode ini sering disebut dengan *Holt's Method*. Metode ini digunakan ketika permintaan dipengaruhi *trend* tetapi tidak dipengaruhi oleh musim. Menurut Makridakis, Wheelwright dan Hyndman (1998) metode ini memuluskan nilai *trend* dengan parameter yang berbeda dari parameter yang digunakan pada deret yang asli. Untuk meramalkan permintaan di periode berikutnya, harus diketahui ramalan *level* / nilai penghalusan baru dan estimasi *trend* nya. Berikut rumus untuk mengetahui ramalan *level* dan estimasi *trend* nya:

$$L_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1} \quad \dots \dots \dots (3)$$

Pada rumus (2), nilai penghalusan yang ke-t memerlukan data permintaan yang ke-t, nilai penghalusan periode sebelumnya dan nilai *trend* sebelumnya. Setelah diketahui nilai penghalusan yang ke-t, maka bisa didapat nilai *trend* yang ke-t (rumus (3)). Ramalan level dan estimasi *trend* nya sudah didapat, kemudian bisa mengetahui peramalan permintaan yang sesungguhnya di periode *p* di masa mendatang dengan rumus sebagai berikut:

$$\hat{Y}_{t+p} = L_t + pT_t. \quad \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan:

L_t = estimasi *level* (nilai penghalusan baru)

Y_t = permintaan di periode t

T_t = estimasi *trend* untuk periode t

\hat{Y}_{t+p} = ramalan untuk periode p di masa mendatang

p = jumlah periode untuk ramalan di masa mendatang

α = faktor bobot penghalusan untuk *level* ($0 < \alpha < 1$)

β = faktor bobot penghalusan untuk *trend* ($0 < \beta < 1$)

2.3 Mean Absolute Deviation

MAD adalah salah satu rumus untuk menghitung kesalahan peramalan. MAD adalah penyimpangan mutlak rata-rata. Penggunaannya adalah dengan cara menghitung semua penyimpangan (selisih antara permintaan dan peramalan) dan memutlakkan semua nilai negatif menjadi positif kemudian dibagi dengan jumlah data yang ada (rumus (5)). Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$MAD_n = (\text{Sum}_{(t=1 \text{ to } n)}[A_t])/n \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

A_t = penyimpangan mutlak untuk periode $t = |E_t|$

n = jumlah data

Untuk menghitung E_t , diperlukan data periode sekarang dikurangkan dengan nilai ramalan periode sekarang seperti yang tercantum pada rumus (7):

$$E_t = Y_t - \hat{Y}_t \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan:

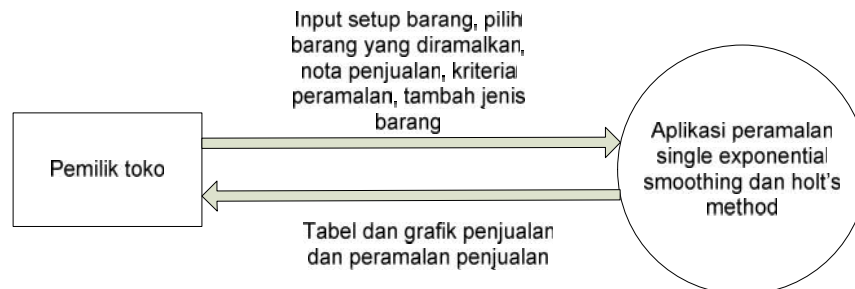
E_t = kesalahan peramalan pada periode t

Y_t = nilai sesungguhnya pada periode t (permintaan)

\hat{Y}_t = nilai peramalan untuk periode t

3. Perancangan Sistem

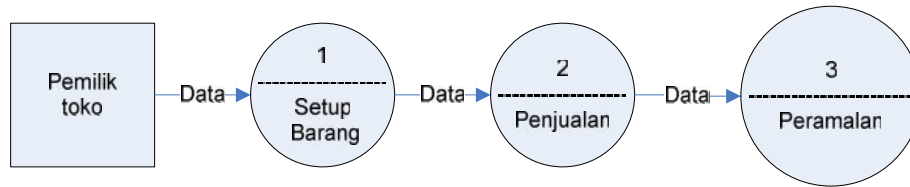
3.1 Konteks Diagram



Gambar 1. Konteks Diagram

Pemilik toko menginputkan data melalui setup barang, setup barang yang diramalkan, setup nota jual, kriteria peramalan dan setup tambah jenis barang. Data diolah dan menghasilkan tabel dan grafik hasil peramalan.

3.2 Data Flow Diagram Level 0



Gambar 2 Data Flow Diagram Level 0

Pemilik toko memasukkan data ke setup barang, ke setup penjualan dan ke setup permalan.

3.3 Data Flow Diagram level 1

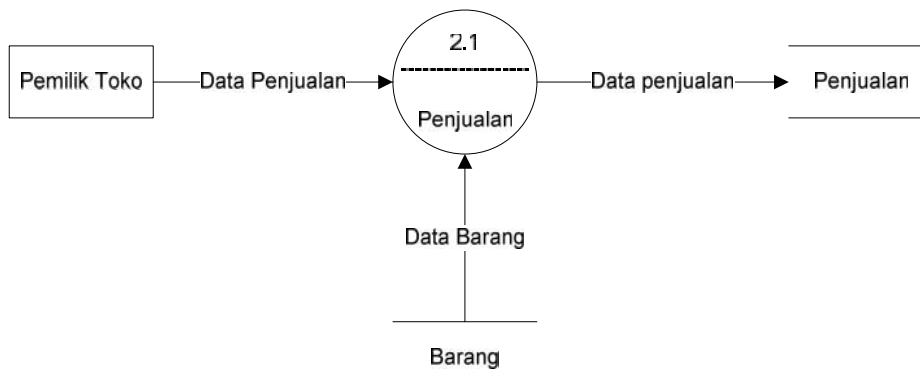
3.3.1 DFD Setup Barang



Gambar 3. Data Flow Diagram Setup Barang Level 1

Pemilik toko menginputkan data barang ke setup data barang dan sistem akan update data ke datastore barang.

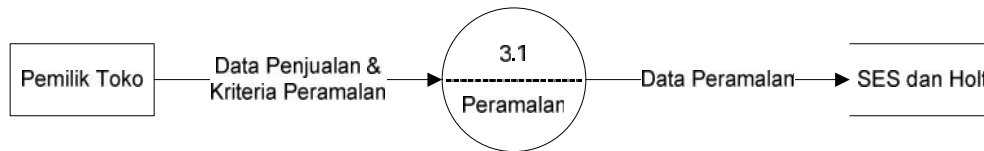
3.3.2 DFD Nota Penjualan



Gambar 4. Data Flow Diagram Nota Penjualan Level 1

Pemilik toko menginputkan data penjualan ke setup penjualan kemudian sistem akan memasukkan data penjualan kedalam datastore penjualan.

3.3.3 DFD Hasil Peramalan

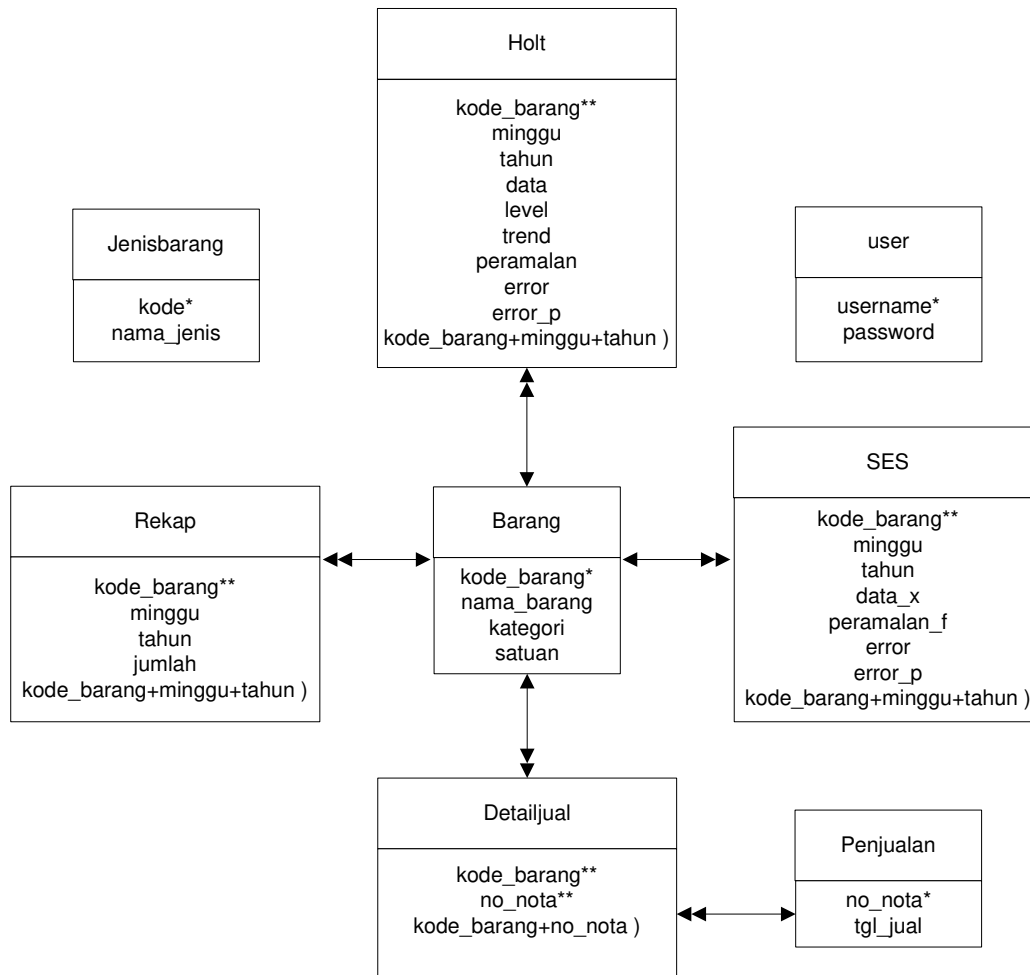


Gambar 5. Data Flow Diagram Hasil Peramalan Level 1

Pemilik toko menginputkan kriteria peramamalan kedalam setup permalan kemudian sistem akan memproses hasil peramalan kedalam datastore SES dan Holt.

3.4.Database

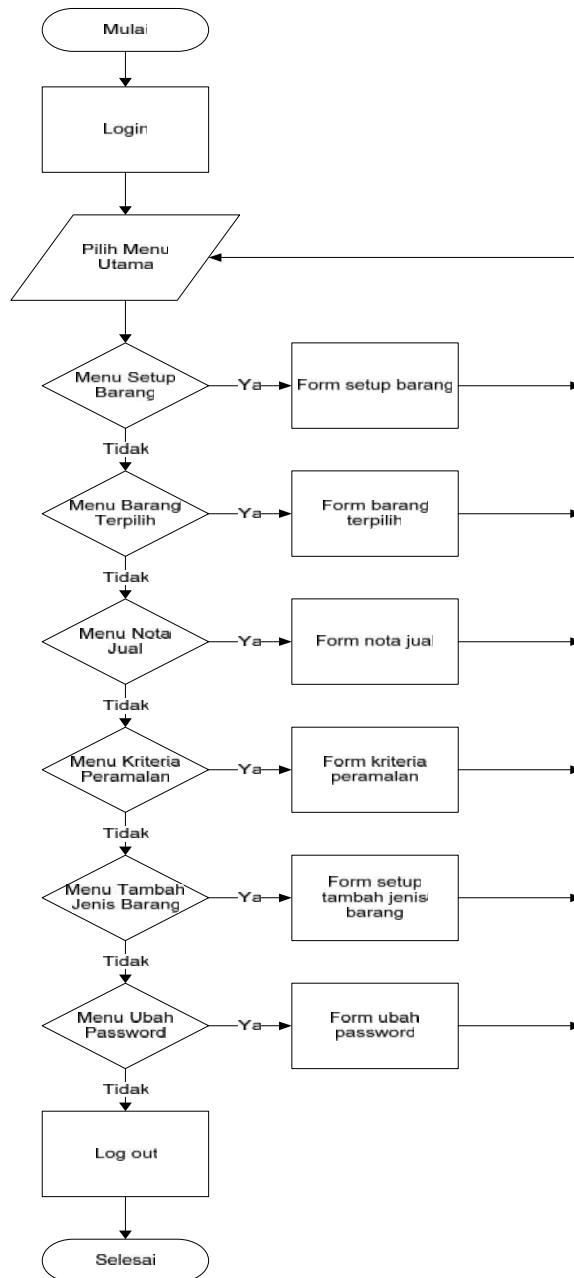
Ada 8 tabel yang dibuat dalam database. Tabel-tabel tersebut ada yang saling berkaitan maupun tidak berkaitan. Tabel yang berkaitan antara lain adalah tabel holt, tabel barang, rekap, SES, detailjual dan tabel penjualan. Sedangkan tabel jenisbarang dan tabel user tidak berkaitan dengan tabel lainnya. Database yang dirancang adalah sebagai berikut:



Gambar 6. Rancangan Database

3.5 Alur Kerja Sistem Keseluruhan

Dalam proses perancangan sistem ini, akan digambarkan alur kerja sistem keseluruhan dalam bentuk *flowchart* yang dapat dilihat pada gambar 7. Alur kerja sistem merupakan algoritma dari jalannya sistem yang dimulai dengan login, pemilihan menu utama dan keluar. Menu utama memiliki beberapa submenu diantaranya adalah setup barang, setup barang terpilih, setup nota jual, setup kriteria peramalan, setup tambah jenis barang dan setup ubah password. Jika keluar dari setup, maka akan kembali ke menu utama.

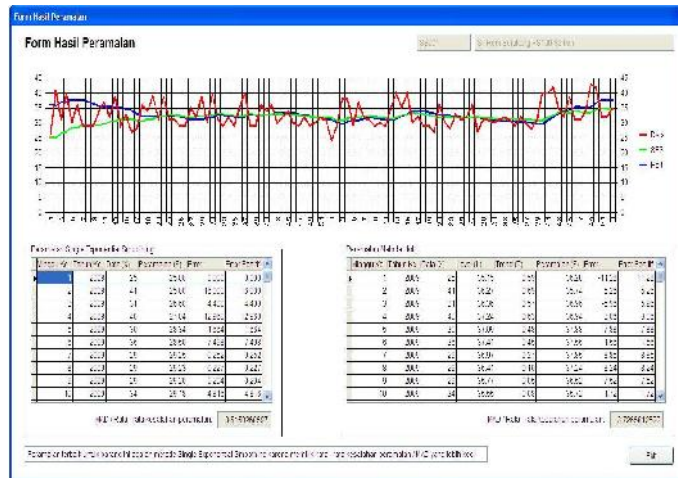


Gambar 7 Flowchart Kerja Sistem Keseluruhan

4. Implementasi dan Analisis Sistem

4.1 Implementasi Sistem

Gambar 8 Form Setup Parameter Peramalan



Gambar 9 Form Grafik & Tabel Hasil Peramalan

Gambar 8 adalah form setup parameter peramalan. Form ini berfungsi untuk menentukan barang yang akan diramalkan, banyaknya data yang digunakan, pemberian bobot alpha dan beta serta penentuan banyaknya periode ramal. Gambar 9 adalah form hasil peramalan yang didapat dari gambar 8 (dengan cara klik tombol Next). Implementasi rumus (gambar 8) di dalam sistem dapat dilihat pada prosedur dibawah ini:

```

&& menghitung peramalan dan nilai error
alpha = thisform.txtSESa.Value
dperamalan(1) = ddata(1)
derror(1) = ddata(1) - dperamalan(1)
derrorp(1) = ABS(derror(1))
verrorp = derrorp(1)
&& menghitung nilai peramalan dan nilai error dengan rumus SES
FOR j=2 TO i-1
    dperamalan(j) = (alpha*ddata(j-1)) + ((1-alpha)*dperamalan(j-1))
    derror(j) = ddata(j) - dperamalan(j)
    derrorp(j) = ABS(derror(j))
    verrorp = verrorp + derrorp(j)
ENDFOR
    
```

Prosedur diatas melakukan penghitungan peramalan pertama dengan mengisi nilainya menggunakan nilai dari data yang pertama. Sedangkan untuk peramalan selanjutnya menggunakan rumus yang sesungguhnya. Dalam prosedur tersebut, digunakan *array* agar tidak mengganggu isi dari tabel asli. Kemudian jika array sudah terisi semua, isi array tersebut akan dipindahkan kedalam tabel SES. Nilai dari MAD ditampung didalam variabel MADSES. Prosedurnya seperti berikut ini:

```

    && input data kedalam tabel SES dari array
    FOR j=1 TO (i+thisform.txtperiode.Value-1)
        SELECT SES
        APPEND BLANK
        replace kode_barang WITH xkodebarang
        replace minggu WITH dminggu(j)
        replace tahun WITH dtahun(j)
        replace data_x WITH ddata(j)
        replace peramalan_f WITH dperamalan(j)
        replace error WITH derror(j)
        replace error_p WITH derrorp(j)
    ENDFOR
    && tampung nilai MAD kedalam variabel MADSES
    MADSES = MAD
    
```

4.2 Analisis Perbandingan Metode Single Exponential Smoothing dengan Holt's Method

Penulis akan membandingkan metode *Single Exponential Smoothing* dan metode Holt untuk 8 barang dengan ketentuan alpha dan beta adalah yang terbaik (memiliki MAD terkecil), data yang digunakan adalah 104 minggu dari tahun 2009 bulan Januari hingga tahun 2010 bulan Desember dan menggunakan periode peramalan 1 minggu.

Tabel 1. Hasil MAD terkecil

Percobaan ke-	Kode Barang	Alpha SES	Alpha Holt	Beta Holt	MAD SES	MAD Holt
1	SB001	0,1	0,1	0,2	3,51	3,72
2	SB002	0,3	0,2	0,1	3,15	3,19
3	SB003	0,2	0,2	0,1	3,98	4,21
4	SB004	0,1	0,1	0,1	3,50	3,68
5	BB001	0,1	0,2	0,1	4,61	4,84
6	BB002	0,1	0,1	0,5	4,56	4,84
7	PR001	0,1	0,2	0,1	9,02	9,93
8	RK001	0,2	0,2	0,3	3,80	3,97

Dari tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa:

- Nilai alpha yang mendapatkan nilai MAD terkecil untuk metode SES maupun Holt adalah pada nilai konstanta alpha 0,1 dan 0,2.
- Dari semua barang, MAD yang terkecil didapat adalah dengan metode SES.

3.3 Analisis Selisih Data Aktual dengan Nilai Peramalan dan Persen Kesalahan

Analisis konstanta dan analisis tingkat kesalahan / MAD telah dilakukan. Penulis mencoba untuk menganalisis selisih dari data aktual dengan nilai peramalan dan tingkat kesalahan berdasarkan persen. Berikut ini adalah rincian mengenai selisih data aktual dengan nilai peramalan (tabel 2) serta persen kesalahan yang didapat dari selisih antara data aktual dengan nilai peramalan baik peramalan dari metode *Single Exponential Smoothing* maupun metode Holt (tabel 3).

Tabel 2. Selisih Data dengan Peramalan

Kode Barang	Nilai Alpha SES	Nilai Alpha Holt	Nilai Beta Holt	Data Aktual Minggu 52 - 2010	Peramalan SES Minggu 52 - 2010	Peramalan Holt Minggu 52 - 2010	Metode dengan Nilai MAD Terkecil	Selisih Peramalan dengan Data Aktual
SB001	0,1	0,1	0,2	32	34,89	37,69	SES; 3,52	SES = 2,89
SB002	0,3	0,2	0,1	35	35,76	36,93	SES; 3,18	SES = 0,76
SB003	0,2	0,2	0,1	35	36,83	37,31	SES; 4,01	SES = 1,83
SB004	0,1	0,1	0,1	27	27,66	28,26	SES; 3,53	SES = 0,66
BB001	0,1	0,1	0,4	32	33,74	38,60	SES; 4,64	SES = 1,74
BB002	0,1	0,1	0,5	36	36,12	37,67	SES; 4,61	SES = 0,12
PR001	0,1	0,2	0,1	80	79,62	82,83	SES; 9,10	SES= 0,38
RK001	0,2	0,2	0,4	31	31,94	33,58	SES; 3,83	SES = 0,94

Tabel 3. Persen Kesalahan

Kode Barang	Persen Kesalahan Metode SES	Persen Kesalahan Metode Holt
SB001	9.03%	17.78%
SB002	2.17%	5.51%
SB003	5.23%	6.60%
SB004	2.44%	4.67%
BB001	5.44%	20.63%
BB002	0.33%	4.64%
PR001	0.47%	3.54%
RK001	3.03%	8.32%
Rata - rata Persen Kesalahan	3.40%	8.96%

Dari tabel 2, dapat diambil kesimpulan bahwa metode *Single Exponential Smoothing* dengan data 103 minggu untuk meramalkan minggu ke 104 menghasilkan nilai MAD terkecil di setiap barang dan memiliki selisih antara data aktual dengan nilai peramalan yang lebih sedikit dibandingkan dengan metode Holt. Dari tabel 3, rata-rata persen kesalahan yang didapatkan dari metode SES juga lebih kecil dibandingkan dengan rata-rata dari metode Holt. Hal ini menandakan bahwa SES lebih baik digunakan untuk 8 jenis onderdil ini dibandingkan dengan metode Holt.

Tabel 4. Persentase Kesalahan Berdasarkan Kategori Barang

Kategori Barang	Persen Kesalahan Metode SES	Persen Kesalahan Metode Holt
Sil Rem Belakang	4,7175%	8,64%
Baut Roda	2,885%	12,635%
Perpak As Roda	0,47%	3,54%
Repair Kit Kopling	3,03%	8,32%

Dari tabel 4 diatas, dapat diambil kesimpulan bahwa kategori barang Sil Rem Belakang lebih baik menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* karena memiliki rata-rata persentase kesalahan yang lebih kecil yaitu 4,7175% dibandingkan dengan metode Holt yaitu 8,64%. Untuk kategori barang Sil Rem Belakang, metode yang lebih baik digunakan adalah metode *Single Exponential Smoothing* karena memiliki rata-rata persentase kesalahan yang lebih kecil yaitu 2,885% dibandingkan dengan metode Holt yaitu 12,635%. Untuk kategori barang Perpak As Roda, metode yang lebih baik digunakan adalah metode *Single Exponential Smoothing* karena memiliki persentase kesalahan yang lebih kecil yaitu 0,47% dibandingkan dengan metode Holt yaitu 3,54%. Kategori barang yang terakhir adalah Repair Kit Kopling Bawah yang lebih cocok menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* karena memiliki persentase kesalahan yang lebih kecil yaitu 3,03% dibandingkan dengan metode Holt yaitu 8,32%.

Dari percobaan-percobaan diatas, dapat disimpulkan bahwa setiap barang lebih cocok menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* karena metode ini merupakan metode yang cocok digunakan untuk barang yang muncul secara acak namun cenderung stabil dan tidak mengandung *trend* ataupun musim.

5. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari analisis yang telah dilakukan adalah:

- Metode *Single Exponential Smoothing* lebih cocok digunakan untuk 8 barang dengan studi kasus toko onderdil mobil Prodi karena memiliki MAD yang lebih kecil dibandingkan dengan metode Holt.
- Metode *Single Exponential Smoothing* memiliki rata-rata persentase kesalahan (selisih antara data aktual dengan nilai peramalan) lebih kecil yaitu 3,4% dibandingkan metode Holt memiliki persentase kesalahan 8,96%.
- Untuk setiap kategori barang yang dianalisis, metode *Single Exponential Smoothing* lebih cocok untuk meramalkan jumlah penjualan barang dibandingkan metode Holt karena rata-rata persentase kesalahan yang didapat lebih kecil menggunakan metode *Single Exponential Smoothing*.
- Karakteristik penjualan dari onderdil mobil ini adalah muncul secara acak namun cenderung stabil dan tidak terpengaruh oleh *trend* maupun musim dan karakteristik ini sesuai dengan karakteristik dari metode *Single Exponential Smoothing*. Sedangkan karakteristik dari metode Holt adalah penjualan yang mengandung *trend* dan tidak ada satu onderdil pun yang memiliki karakteristik seperti ini.

Daftar Pustaka

- Akins, Marcian, Andy Kramek and Rick Schummer, *1001 Thing You Wanted to Know About Visual FoxPro*, Hentzenwerke Publishing, Whitefish Bay, 2000.
- Butler, William F., Robert A. Kavesh, Robert B. Platt, *Methods and Techniques of Business Forecasting*, Prentice Hall, New Jersey, First Edition, 1996.
- Hanke, John E., and Dean W. Whicern, *Business Forecasting*, Prentice Hall, New Jersey, Eight Edition, 2005.
- Hanke, John E., and Dean W. Whicern, "*Business Forecasting Ninth Edition*". Prentice Hall, New Jersey, Ninth Edition, 2008..
- Marakas, George M., *Decision Support Systems in the 21st Century*, Prentice Hall, New Jersey, Second Edition, 2003.
- Makridakis, Spyros, Steven C. Wheelwright, Rob J.Hyndman, *Forecasting: Methods and Applications (Third Edition)*, John Wiley & Sons, Canada, 1998.
- Sugiarto, Harijono, *Peramalan Bisnis*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 2000.