

PENERAPAN METODE *DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING* PADA PERAMALAN PRODUKSI TANAMAN PANGAN

Rudy Ariyanto¹, Dwi Puspitasari², Fifi Ericawati³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang
¹ariyantorudy@gmail.com, ²dwi_sti@yahoo.com, ³fifierica24@gmail.com

Abstrak

Produksi pangan adalah salah satu aspek kebutuhan yang sangat penting. Ketersediaan pangan mempengaruhi stabilitas ketahanan pangan. Beberapa komoditas tanaman pangan yang menjadi kebutuhan pokok adalah Padi, Jagung, Kedelai, dan Ubi Kayu, Ubi Jalar, Kacang Tanah dan Kacang Hijau. Jumlah produksi pangan yang tidak menentu menjadi suatu masalah bagi Badan Ketahanan Pangan (BKP) Provinsi Jawa Timur dalam menentukan kebijakan mendatang. Apabila prediksi tidak diketahui maka dalam pembangunan Ketahanan Pangan dipastikan kurang maksimal dan alhasil Indonesia melakukan impor karena belum bisa memenuhi kebutuhan pangan. Diperlukan suatu peramalan dalam memprediksi produksi tanaman pangan di periode mendatang berdasarkan tahun dengan menggunakan data masa lalu. Sehingga dari pergerakan data masa lalu dapat dianalisa pergerakan *trend*. Peramalan diterapkan dengan menggunakan *Double Exponential Smoothing Holt* dengan menggunakan 2 parameter yaitu *alpha* (α) dan *beta* (β). Pada penelitian ini peramalan menggunakan data komoditas padi dengan range waktu sebanyak 22 periode berdasarkan tahun. Data tahun 1993-2014 untuk ramalan 2015 menghasilkan nilai parameter *alpha* (α) = 0.46 dan *beta* (β) = 0.26, sehingga parameter mempengaruhi nilai PE. Nilai PE yang dihasilkan pada penelitian ini cenderung memiliki nilai PE yang kecil yaitu 2.22%.

Kata kunci : Komoditas, Peramalan, BKP, *Double Exponential Smoothing*

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara agraris dengan luas lahan yang luas yaitu dengan luas 1.910.931,32 km² dari 663 pulau yang tersebar di Indonesia dan memiliki keanekaragaman hayati yang sangat beragam yang artinya sektor pertanian memiliki peranan yang sangat penting dan strategis dalam pembangunan nasional. Dalam konteks pangan, perkembangan kuantitas penduduk Indonesia membawa dampak pada perubahan kebutuhan dan produksi pangan nasional. Kebutuhan pangan bertambah seiring pertambahan jumlah penduduk.

Jumlah produksi pangan yang tidak menentu menjadi suatu masalah bagi Badan Ketahanan Pangan (BKP) Provinsi Jawa Timur dalam menentukan kebijakan mendatang. Serta kesulitan dalam memprediksi kontribusi produksi tanaman pangan Jawa Timur terhadap Nasional. Tanaman pangan diantaranya padi, jagung, kedelai, ubi kayu, ubi jalar, kacang tanah, dan kacang hijau. Apabila prediksi tidak diketahui maka dalam pembangunan Ketahanan Pangan dipastikan kurang maksimal dan alhasil Indonesia melakukan impor karena belum bisa memenuhi kebutuhan pangan.

Untuk menyelaraskan hasil peramalan dalam bentuk seperti demikian, perlu dibangun suatu sistem peramalan untuk mengetahui tingkat produksi

tanaman pangan di masa mendatang sesuai dengan hasil panen sehingga didapatkan hasil yang optimal pada setiap peramalan dan dapat menjadi acuan untuk mengetahui produksi tanaman pangan mana yang harus ditingkatkan lagi agar jumlah tanaman pangan dapat meningkat kedepannya.

Dalam membangun suatu sistem peramalan banyak metode yang digunakan diantaranya *Moving Average*, *Exponential Smoothing* dan proyeksi *Trend*. Salah satu metode yang diterapkan dalam sistem peramalan jumlah produksi tanaman pangan studi kasus Badan Ketahanan Pangan Provinsi Jawa Timur yaitu menggunakan metode *Exponential Smoothing*, dimana metode ini dinyatakan cukup sesuai untuk peramalan jangka pendek dan jangka menengah terutama bila dibutuhkan sejumlah besar hasil ramalan seperti yang terdapat pada tingkat operasional suatu perusahaan Makridakis, Spyros., Wheelwright, Steven C., and McGee, Victor E (1999). Di buku Makridakis, Spyros., Wheelwright, Steven C., and McGee, Victor E (1999) ditunjang dengan data yang menunjukkan suatu *trend* linear maka model linear dari Holt atau Brown adalah tepat sehingga jenis dari metode *Exponential Smoothing* yaitu *Double Exponential Smoothing*. Selain itu berdasarkan perbandingan dari berbagai metode pemulusan (*Smoothing*) menunjukkan bahwa tingkat keakurasian metode *Double Exponential Smoothing* dari *Holt* lebih tinggi dari pada metode *Double*

Exponential Smoothing dari *Brown* sehingga metode *Double Exponential Smoothing* dari *Holt* digunakan untuk memprediksi jumlah produksi tanaman pangan di Jawa Timur yang akan terjadi dimasa depan apakah mengalami peningkatan atautkah mengalami penurunan. Maka dengan adanya sistem peramalan ini, masalah dan hambatan tersebut dapat diprediksi.

2. Peramalan

Peramalan adalah seni dan ilmu memprediksi peristiwa-peristiwa yang akan terjadi dengan menggunakan data historis dan memproyeksikannya ke masa depan dengan beberapa bentuk model matematis, Bina Nusantara (2005). Untuk melakukan peramalan diperlukan metode tertentu dan metode mana yang digunakan tergantung dari data dan informasi yang akan diramal serta tujuan yang hendak dicapai.

3. Double Exponential Smoothing Holt

Metode pemulusan eksponensial linier dari Holt pada prinsipnya serupa dengan Brown kecuali bahwa Holt tidak menggunakan rumus pemulusan berganda secara langsung. Sebagai gantinya, Holt memutuskan nilai trend dengan parameter yang berbeda dari dua parameter yang digunakan pada deret yang asli.

Ramalan dari pemulusan eksponensial linier Holt didapat dengan menggunakan tiga persamaan, yaitu:

$$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)(S'_{t-1} + t_{t-1}) \quad (1)$$

$$t_t = \beta(S'_t - S'_{t-1}) + (1 - \beta)t_{t-1} \quad (2)$$

$$F_{t+m} = S'_t + t_t m \quad (3)$$

Inialisasi :

$$S'_1 = X_1 \quad (4)$$

$$t_1 = \frac{(X_2 - X_1) + (X_4 - X_3)}{2} \quad (5)$$

Dimana:

- X_t = Data *demand* pada periode t
- S'_t = nilai *single exponential smoothing*
- t_t = Nilai *trend* pada periode ke - t
- α, β = parameter pemulusan antara 0-1
- F_{t+m} = ramalan m periode yang akan diramalkan
- m = jumlah periode ke muka yang akan diramalkan

4. Ketepatan Metode Peramalan

Dalam semua situasi peramalan mengandung derajat ketidakpastian. Jika X_i merupakan data aktual untuk periode i dan F_i merupakan ramalan

(atau nilai kecocokan/*fitted value*) untuk periode yang sama, kesalahan didefinisikan sebagai :

$$e_i = X_i - F_i \quad (6)$$

Jika terdapat nilai pengamatan dan ramalan untuk n periode waktu, akan terdapat n buah galat dan ukuran statistik standar di dalam buku Makridakis, Spyros., Wheelwright, Steven C., and McGee, Victor E (1999) yang dapat didefinisikan:

a. Kesalahan Presentase / Percentage Error (PE)

$$PE_i = \frac{X_i - F_i}{X_i} \times 100\% \quad (7)$$

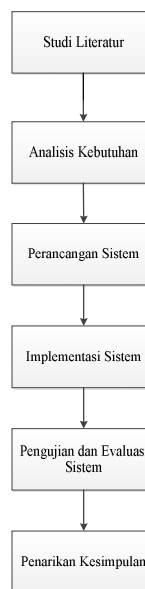
b. Jumlah Kuadrat Galat (*Sum Of Squared Error*)

$$SSE = \sum_{i=1}^n e_i^2 \quad (8)$$

5. Desain Penelitian

Metodologi penelitian akan dijelaskan dalam penelitian tentang meramalkan produksi tanaman pangan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing Holt*. Adapun tahapannya, yaitu :

1. Mempelajari literature yang berhubungan dengan peramalan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing Holt*.
2. Melakukan analisa kebutuhan.
3. Menganalisa dan melakukan perancangan sistem
4. Membuat sistem berdasarkan analisis dan perancangan yang telah dilakukan.
5. Melakukan uji coba terhadap sistem yang telah dibuat.
6. Mengevaluasi dan menganalisis hasil peramalan.

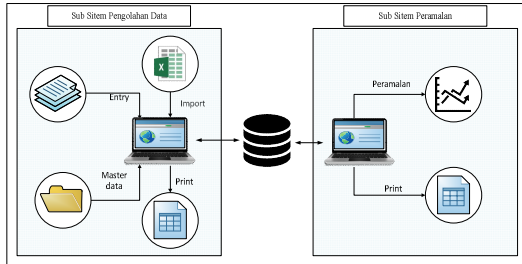


Gambar 1. Langkah-Langkah Penelitian

6. Gambaran Sistem

Sistem peramalan produksi tanaman pangan merupakan sistem yang memakai data masa lampau

atau data history dalam menentukan kejadian masa depan dalam bentuk perhitungan atau prakiraan dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing Holt* dimana akan berbasis Website menggunakan Bahasa pemrograman *PHP, Javascript, CSS* dan *HTML* dalam pengembangannya. Sistem ini terbagi menjadi dua subsistem yang saling berintegrasi yakni Sub Sistem Pengolahan Data dan Dan Sub Sistem Peramalan, seperti yang digambarkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Block Diagram Sistem

6.1. Sub Sistem Pengolahan Data

Sub sistem pengolahan data ini merupakan bagian sub sistem yang diperuntukkan oleh Badan Pusat Statistika dimana memberikan pelayanan dalam memanajemen informasi yang dibutuhkan dalam pengolahan atau penginputan data produksi tanaman di setiap kota.

6.2. Sub Sistem Peramalan

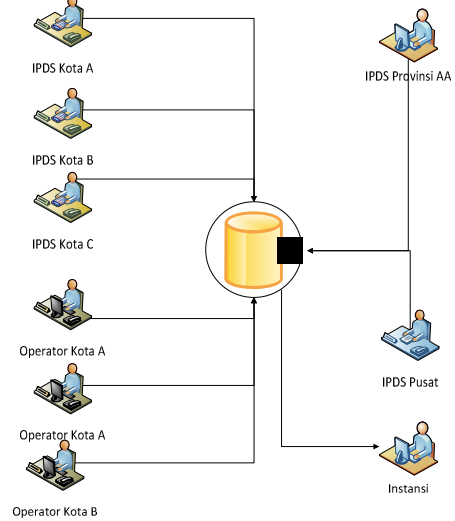
Sub sistem peramalan produksi tanaman pangan ini diperuntukkan oleh Badan Ketahanan Pangan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing Holt* merupakan sebuah sistem yang dapat memprediksi produksi tanaman pangan pada periode berikutnya berdasarkan tahun.

7. Analisa Proses

Pengolahan data sebelum diterima oleh instansi yang bersangkutan, ada beberapa aktor yang terlibat di dalamnya seperti pada Gambar 3. Diantaranya Operator setiap kota, IPDS setiap Kota/Kabupaten, IPDS setiap Provinsi dan IPDS Pusat.

Operator merupakan pengelola data produksi tanaman pangan di masing-masing kabupaten atau kota yang dapat melakukan input pemasukan data, IPDS Kota merupakan pengelola data produksi tanaman pangan di masing-masing kabupaten atau kota yang dapat melakukan input pemasukan data, IPDS Provinsi merupakan pengelola data produksi tanaman pangan di masing-masing provinsi yang dapat melakukan validasi data, IPDS Pusat merupakan pengelola data master terhadap data yang telah diinputkan. Dan Instansi merupakan instansi

yang mengambil data atau informasi yang telah disediakan.



Gambar 3. Arsitektur

8. Metode *Double Exponential Smoothing Holt*

Algoritma merupakan alur berjalannya suatu proses pada sistem secara logis yang bertujuan untuk menyelesaikan masalah. Pada sistem peramalan ini terdapat proses perhitungan setiap metode. Pada sub bab ini akan dijelaskan bagaimana alur perhitungan peramalan setiap metode hingga menemukan hasil akhir. Terdapat metode yang dihitung, yaitu *Double Exponential Smoothing Holt*.

Berikut ini adalah flowchart dari *Double Exponential Smoothing Holt* :

9. Perhitungan Metode

Berikut merupakan tahapan dalam perhitungan metode *Double Exponential Smoothing Holt* yang diimplementasikan pada *source code* yaitu :

- 1) Melakukan persiapan data *history* untuk dilakukan perhitungan.
- 2) Melakukan pemasangan 2 parameter yang berbeda, nilai parameter hanya ditentukan pada range $1 < (\alpha) > 0$ dan $1 < (\beta) > 0$ sehingga dalam penentuan parameter dapat memberikan nilai bebas diantara range yang ditentukan, Melakukan perhitungan inialisasi pada S'_1 dengan menggunakan rumus pada persamaan (4)
- 3) Melakukan perhitungan inialisasi pada t_1 dengan menggunakan rumus pada persamaan (5)
- 4) Melakukan perhitungan inialisasi pada $S'_{n, n \neq 1}$ dengan menggunakan rumus pada persamaan (1)
- 5) Melakukan perhitungan inialisasi pada $t_{n, n \neq 1}$ dengan menggunakan rumus pada persamaan (2)
- 6) Melakukan perhitungan nilai ramalan dengan menggunakan rumus pada persamaan (2)

- 7) Melakukan perhitungan error dengan menggunakan rumus pada persamaan (5)
- 8) Melakukan perhitungan nilai PE dengan menggunakan rumus pada persamaan (7)
- 9) Melakukan perhitungan $Error^2$ dengan menggunakan perhitungan dari hasil error dikuadratkan.
- 10) Melakukan perhitungan nilai SSE setelah menghitung dari periode 1- 14 , setelah perhitungan selesai maka dilakukan perhitungan SSE dengan menggunakan rumus pada persamaan (8)
- 11) Setelah perhitungan 1 – 11 telah dilakukan, melakukan perhitungan dalam mencari alpha (α) dan beta (β) secara dinamis. Perhitungan dari perhitungan beta (β) awal + 0.1 untuk nilai parameter beta (β) berikutnya dan begitu juga untuk nilai alpha (α) awal + 0.1 untuk nilai parameter alpha (α).
- 12) Melakukan pengulangan perhitungan pada nomor 2-11 dengan menggunakan 2 parameter yang berbeda sampai 81 perhitungan
- 13) Melakukan pencarian nilai minimum SSE
- 14) Mencari nilai atau posisi index alpha (α) baru dan beta (β) baru sesuai nilai SSEmin.
- 15) Melakukan pemasangan alpha (α) dan beta (β) yang baru sesuai dengan nilai SSE minimum.
- 16) Kemudian melakukan perhitungan kembali dari no 2- 11 dari periode 1 sampai periode 14.
- 17) Terakhir melakukan perhitungan hasil ramalan pada periode ke-15 dengan menggunakan rumus pada persamaan (3).

10. Analisa Penelitian

Pada pengujian metode *Double Exponential Smoothing Holt*, penulis melakukan pengujian terhadap penyimpangan rentan jumlah data yang digunakan sebagai data *histori*. Nilai penyimpangan didapat dari perhitungan selisih dari data asli dengan data peramalan yang dihasilkan, sehingga dapat mengetahui nilai penyimpanan dalam bentuk persen. Pengujian ini juga untuk mengetahui nilai $alpha$ (α) dan $beta$ (β) yang digunakan pada setiap proses karena pada sistem ini $alpha$ (α) dan $beta$ (β) berproses secara dinamis sesuai dengan SSE terkecil yang dihasilkan.

Berikut analisa kesalahan yang dapat dilihat pada Tabel 1 yaitu dari periode 1 sampai periode 22 dengan menggunakan data komoditas Padi dimana periode 23 berada pada posisi tahun 2015 dengan jumlah produksi dalam angka adalah 13154967. Pada Tabel 6 menunjukkan nilai ramalan periode 23 memiliki nilai ramalan 12863133.09. Hasil ramalan pada periode 23 dengan menggunakan periode 1 sampai 23 diperoleh nilai sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \alpha (\alpha) &= 0.46 \\ \beta (\beta) &= 0.26 \\ SSE &= 1.18014E+13 \\ PE &= 2.22\% \end{aligned}$$

11. Kesimpulan dan Saran

11.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan oleh penulis pada penerapan metode *Double Exponential Smoothing Holt* pada peramalan jumlah produksi tanaman pangan studi kasus Badan Ketahanan Pangan Provinsi Jawa Timur dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem peramalan ini dapat digunakan untuk mengetahui prediksi atau peramalan pada masa mendatang berdasarkan tahun di Jawa Timur, sehingga dapat membantu Badan Ketahanan Pangan Provinsi Jawa Timur untuk menentukan pengambilan kebijakan kedepannya.
2. Jumlah data atau range waktu yang digunakan dalam peramalan mempengaruhi hasil $alpha$ (α) dan $beta$ (β), dimana $alpha$ (α) dan $beta$ (β) itu dapat mempengaruhi hasil nilai ramalan dan PE yang dihasilkan. Semakin panjang range waktu yang digunakan untuk meramal, maka akan mengasilkan peramalan yang cenderung menghasilkan nilai PE yang kecil.

11.2 Saran

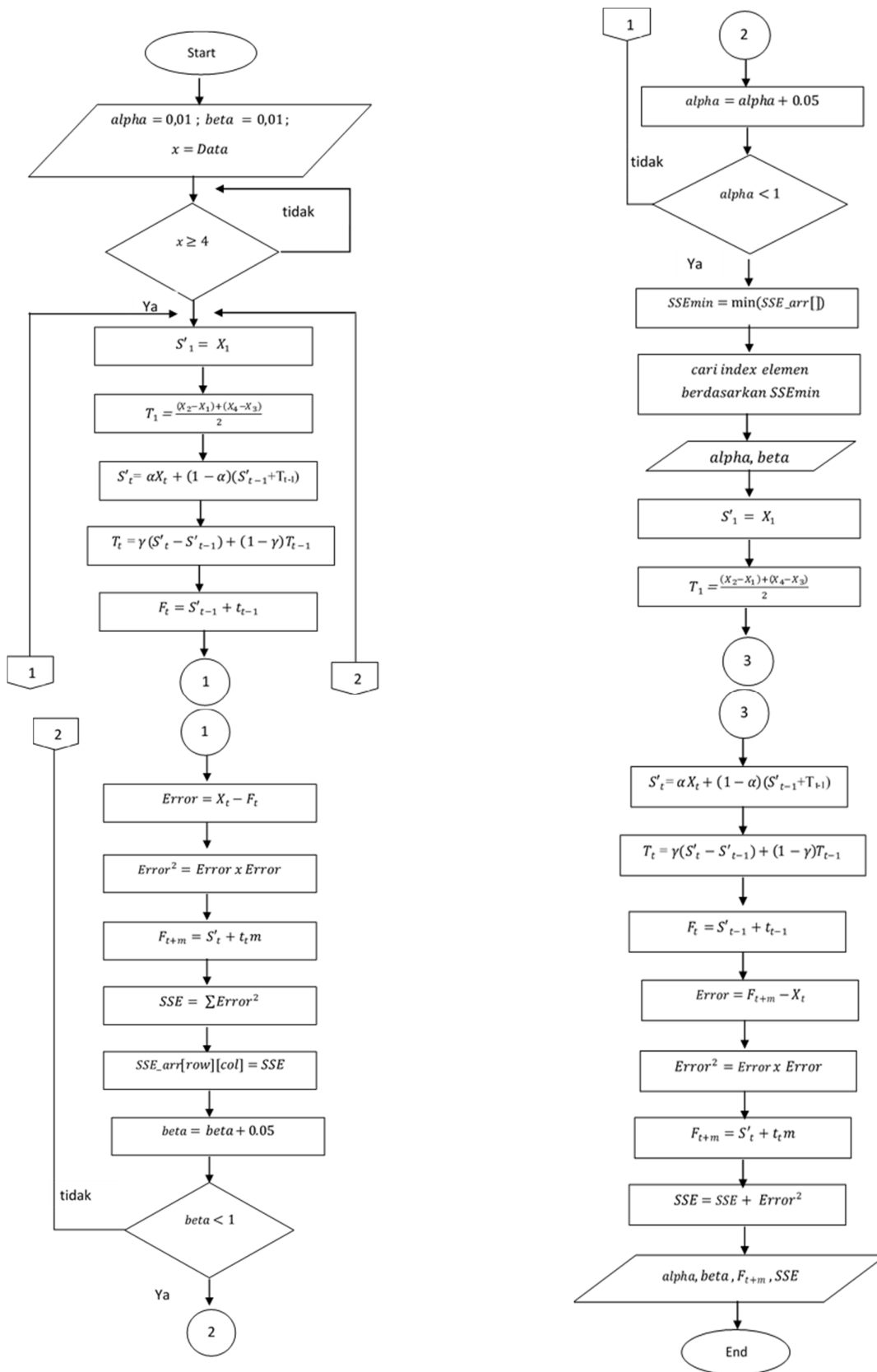
Saran yang diberikan untuk pengembangan sistem pada penelitian selanjutnya adalah, penelitian ini hanya pada lingkup Provinsi Jawa Timur. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan bisa pada lingkup di berbagai provinsi.

Daftar Pustaka:

- Bina Nusantara, 2005, *Peramalan Produk* [Online], Tersedia: repository.binus.ac.id/content/F0532/F053299233.ppt [28 Desember 2016].
- Bowerman, B. L. & O'Connell, R.T, 1987, *Time Series Forecasting*, Boston: Duxbury Press.
- Data Sensus Penduduk, Tersedia: <https://www.bps.go.id/site/pilihdata>, [27 Desember 2016].
- Data Tanaman Pangan Provinsi Jawa Timur, Tersedia: : <http://data.go.id/dataset> [19 Desember 2016].
- Makridakis. Spyros, Wheelwright. Steven C, dan McGee. Victor E, 1999, *Metode Dan Aplikasi Peramalan*, Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Nurdina. Awwaliyah, dan Mahmudah, 2014, *Penerapan Metode Double Exponential Smoothing Dalam Meramalkan Jumlah Penderita Kusta Di Kabupaten Pasuruan*.

Tabel 1. Tabel Pengujian Padi

Tahun	Periode	Padi	S_t	T_t	Forecast	Error	Presentase Error
1993	1	8627784	8627784	-137669			
1994	2	8296348	8400982.18	-160843.5332	8490115	-193767	-2.34%
1995	3	8572668	8393102.149	-121073.0226	8240138.647	332529.3532	3.88%
1996	4	8628766	8436128.088	-78407.29251	8272029.127	356736.8733	4.13%
1997	5	8533839	8438735.17	-57343.5553	8357720.796	176118.2041	2.06%
1998	6	8691519	8524050.212	-20252.32	8381391.614	310127.3855	3.57%
1999	7	8956196	8711901.022	33854.49374	8503797.892	452398.1082	5.05%
2000	8	9224353	8965910.358	91094.75291	8745755.515	478597.4847	5.19%
2001	9	8672791	8880266.62	45142.74521	9057005.111	-384214.1112	-4.43%
2002	10	8803878	8869504.937	30607.59393	8925409.365	-121531.3652	-1.38%
2003	11	8914995	8906958.467	32387.5372	8900112.531	14882.46884	0.17%
2004	12	9002025	8968178.342	39883.94512	8939346.004	62678.99597	0.70%
2005	13	9007265	9007695.535	39788.58956	9008062.287	-797.2872918	-0.01%
2006	14	9346947	9185237.047	75604.34944	9047484.125	299462.8753	3.20%
2007	15	7932751	8649919.814	-83235.26201	9260841.397	-1328090.397	-16.74%
2008	16	10474773	9444405.238	144972.1163	8566684.552	1908088.448	18.22%
2009	17	11259085	10357442.87	344669.1507	9589377.355	1669707.645	14.83%
2010	18	11643773	11135276.07	457291.8037	10702112.02	941660.9778	8.09%
2011	19	10576543	11125196.43	335775.2286	11592567.88	-1016024.876	-9.61%
2012	20	12198707	11800329.92	424008.375	11460971.66	737735.3386	6.05%
2013	21	12049342	12143840	403078.8185	12224338.29	-174996.2922	-1.45%
2014	22	12397049	12477978.7	385154.3885	12546918.82	-149869.8163	-1.21%
2015	23				12863133.09		



Gambar 1. Flowchart Double Exponential Smoothing Holt