

**PENERAPAN METODE *HOLT-WINTERS' ADDITIVE EXPONENTIAL SMOOTHING* UNTUK PERAMALAN (*FORECASTING*)  
HARGA BAWANG MERAH DI YOGYAKARTA**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer  
Program Studi Informatika



Oleh:

**YESY MAYANG SARI**

155314007

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
JURUSAN INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SANATA DHARMA  
YOGYAKARTA**

**2020**

**PENERAPAN METODE *HOLT-WINTERS' ADDITIVE EXPONENTIAL SMOOTHING* UNTUK PERAMALAN (*FORECASTING*)  
HARGA BAWANG MERAH DI YOGYAKARTA**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer  
Program Studi Informatika



Oleh:

**YESY MAYANG SARI**

155314007

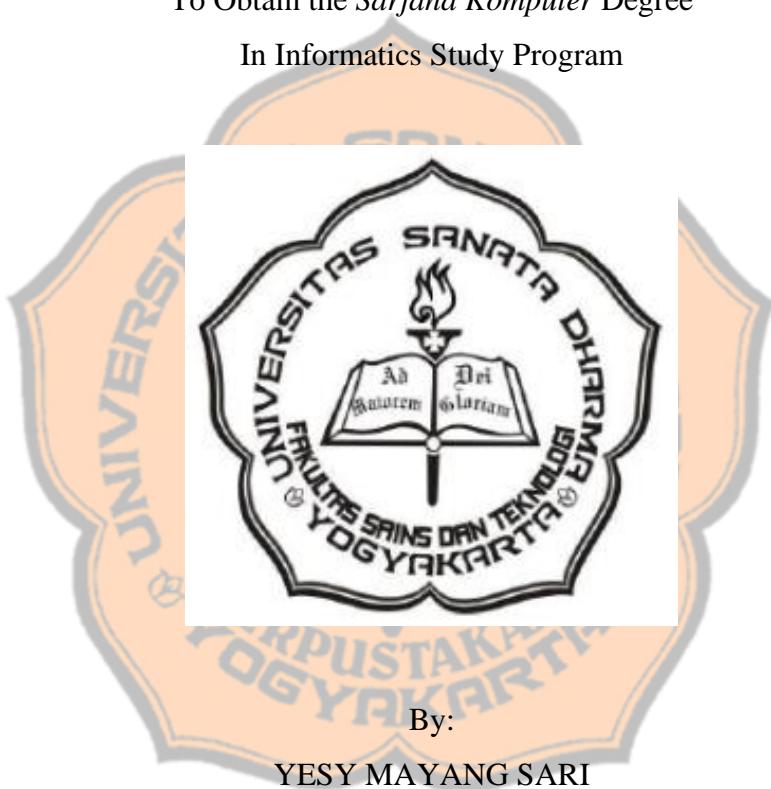
**PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
JURUSAN INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SANATA DHARMA  
YOGYAKARTA**

**2020**

**IMPLEMENTATION OF THE HOLT-WINTERS' ADDITIVE  
EXPONENTIAL SMOOTHING METHOD FOR FORECASTING THE  
PRICES OF SHALLOT IN YOGYAKARTA**

**THESIS**

Presented as Partial Fulfillment of the Requirements  
To Obtain the *Sarjana Komputer* Degree  
In Informatics Study Program



By:

YESY MAYANG SARI

155314007

**INFORMATICS STUDY PROGRAM  
DEPARTMENT OF INFORMATICS  
FACULTY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY  
SANATA DHARMA UNIVERSITY  
YOGYAKARTA**

**2020**

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

PENERAPAN METODE *HOLT-WINTERS' ADDITIVE EXPONENTIAL SMOOTHING* UNTUK PERAMALAN (*FORECASTING*) HARGA BAWANG MERAH DI YOGYAKARTA



Pembimbing

Agnes Maria Polina, S.Kom., M.Sc.

Tanggal: 20 - 1 - 2020 .....

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**PENERAPAN METODE HOLT-WINTERS' ADDITIVE EXPONENTIAL SMOOTHING UNTUK PERAMALAN (FORECASTING) HARGA BAWANG MERAH DI YOGYAKARTA**

Dipersiapkan dan disusun oleh:

**YESY MAYANG SARI**

**NIM: 155314007**

Telah dipertahankan di depan Panitia Pengaji

Pada tanggal ... 9 Desember 2019

Dan dinyatakan memenuhi syarat

Susunan Panitia Pengaji

Nama Lengkap

Tanda Tangan

Ketua

: P.H. Prima Rosa, S.Si., M.Sc.



Sekretaris

: Drs. Haris Sriwindono, M.Kom., Ph.D.

Anggota

: Agnes Maria Polina, S.Kom., M.Sc.

Yogyakarta, 23 Januari.... 2020

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Sanata Dharma

Dekan



  
Sudi Mungkasi, S.Si, M.Math.Sc., Ph.D.

HALAMAN PERSEMBAHAN

*"Sebab Aku ini mengetahui rancangan-rancangan apa yang ada pada-Ku mengenai kamu. demikianlah firman tuhan, yaitu rancangan damai sejahtera dan bukan rancangan kecelakaan, untuk memberikan kepadamu hari depan yang penuh harapan."*

-Yeremia 29:11-



*Karya ini kupersembahkan teruntuk:*

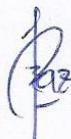
*Tuhan Yesus Kristus, Orang Tua, Saudara, Eby & Eboy, Sahabat*

**PERNYATAAN KEASLIAN KARYA**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang saya tulis ini tidak mengandung atau memuat hasil karya orang lain, kecuali yang telah disebutkan dalam daftar pustaka dan kutipan selayaknya karya ilmiah.

Yogyakarta, ..... 20 Januari 2020

Penulis,



Yesy Mayang Sari

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH  
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya mahasiswa Universitas Sanata Dharma:

Nama : Yesy Mayang Sari

NIM : 155314007

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya memberikan kepada perpustakaan Universitas Sanata Dharma Yogyakarta karya ilmiah yang berjudul:

**PENERAPAN METODE *HOLT-WINTERS' ADDITIVE EXPONENTIAL SMOOTHING* UNTUK PERAMALAN (*FORECASTING*) HARGA BAWANG MERAH DI YOGYAKARTA**

Beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan demikian saya memberikan kepada Perpustakaan Universitas Sanata Dharma Yogyakarta hak untuk menyimpan, mengalihkan dalam bentuk media lain, mengelola dalam bentuk pangkalan data, mendistribusikan secara terbatas, dan mempublikasikan di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa meminta izin dari saya maupun memberikan royalti kepada saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis. Demikian pernyataan yang saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Yogyakarta,

Pada tanggal: 20 Januari 2020

Yang menyatakan,

(Yesy Mayang Sari)

## ABSTRAK

Bawang merah merupakan komoditi hortikultura yang tergolong sayuran rempah yang memiliki peranan penting dalam kehidupan masyarakat Indonesia. Bawang merah mempunyai masalah fluktuasi harga yang berpengaruh kepada konsumen dan produsen. Diperlukan suatu metode untuk meramalkan harga bawang merah sehingga dapat mengantisipasi risiko kerugian karna turunnya harga. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah aplikasi web yang dapat memprediksi harga bawang merah di Yogyakarta pada waktu mendatang dengan menggunakan metode *Holt-Winters' Additive Exponential Smoothing*.

Data yang digunakan adalah data harga bawang merah bulanan di Yogyakarta tahun 2012 hingga 2018 yang diperoleh dari situs web Kementerian Pertanian Republik Indonesia. Harga bawang merah di Yogyakarta memiliki pola data *trend* yang meningkat dan berfluktuatif serta tidak musiman. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode *Holt-Winters' Additive* dapat digunakan untuk meramalkan harga bawang merah di Yogyakarta dengan nilai  $\alpha = 0,520$ ;  $\beta = 0,065$ ; dan  $\gamma = 0,229$  serta memperoleh nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 10,159%.

Kata Kunci: Peramalan, *Holt-Winters' Additive Exponential Smoothing*, Bawang Merah

## ***ABSTRACT***

Shallot is a horticultural commodity classified as spice vegetables which has an important role in the lives of people in Indonesia. Shallots have price fluctuations that affect consumers and producers. A method is needed to predict the price of shallots so that they can anticipate the risk of loss due to falling prices. This study aims to build a web application that can predict the price of shallots in Yogyakarta in the future by using the Holt-Winters' Additive Exponential Smoothing method.

The data used are monthly shallot price data in Yogyakarta from 2012 to 2018 obtained from the website of the Ministry of Agriculture of the Republic of Indonesia. The price of shallots in Yogyakarta has a trend data pattern that is increasing and fluctuating and not seasonal. The results of this study indicate that the Holt-Winters' Additive method can be used to predict the price of shallots in Yogyakarta with a value of  $\alpha = 0.520$ ;  $\beta = 0.065$ ; and  $\gamma = 0.229$  and obtained a Mean Absolute Percentage Error (MAPE) of 10.159%.

*Keyword:* Forecasting, Holt-Winters' Additive Exponential Smoothing, Shallot

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Tuhan Yesus Kristus, atas penyertaan dan campur tangan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Penerapan Metode *Holt-Winters’ Additive Exponential Smoothing* untuk Peramalan (*Forecasting*) Harga Bawang Merah Di Yogyakarta”.

Selama penulisan tugas akhir ini, penulis mendapatkan banyak dukungan doa, semangat, juga motivasi dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus yang selalu menyertai, memberkati, serta memudahkan segala hal terkait penyelesaian tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua terkasih, papa Paryono dan mama Rusliana Sirait yang selalu memberikan dukungan, perhatian, semangat, dan uang jajan yang berlebih selama mengerjakan tugas akhir ini.
3. Kakak Yesicha Ryona dan adik Yesa Ryo Merlindo.
4. Anak-anak buluku yang tersayang dan terlucu, Eby dan Eboy yang sudah menjadi “obat lelah” setiap penulis pulang ke kost.
5. Sebastianus Reczy S yang selalu menemani, memberi saran dan masukan, serta membantu penulis selama penggerjaan tugas akhir ini.
6. ONE OK ROCK untuk lagu-lagunya yang menjadi *mood booster* dan selalu penulis putar selama mengerjakan tugas akhir ini.
7. Ibu Agnes Maria Polina S.Kom., M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dengan sabar, memberikan saran, waktu, pikiran dan tenaga.
8. Bapak Sudi Mungkasi S.Si., M.Math.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma.
9. Bapak Robertus Adi Nugroho S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Informatika Universitas Sanata Dharma.
10. Seluruh dosen Universitas Sanata Dharma yang telah memberikan ilmu selama penulis menjalani studi.

11. Teman-teman Informatika 2015 yang sudah membantu dan mendukung dalam pembuatan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangannya. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk perbaikan di masa yang akan datang. Semoga tugas akhir ini memberikan manfaat untuk para pembaca.

Yogyakarta, 20 Januari 2020



Yesy Mayang Sari

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	iii
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	iv
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	v
<b>PERNYATAAN KEASLIAN KARYA .....</b>	vi
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH .....</b>	vii
<b>ABSTRAK .....</b>	viii
<b>ABSTRACT .....</b>	ix
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	x
<b>DAFTAR ISI.....</b>	xii
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	xv
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	1
<b>1.1 Latar Belakang .....</b>	1
<b>1.2 Rumusan Masalah .....</b>	4
<b>1.3 Batasan Masalah.....</b>	4
<b>1.4 Tujuan Penelitian .....</b>	5
<b>1.5 Sistematika Penulisan .....</b>	5
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	6
<b>2.1 Bawang Merah.....</b>	6
<b>2.2 Tinjauan Pustaka .....</b>	7
<b>2.3 Peramalan (<i>Forecasting</i>) .....</b>	8
<b>2.4 Metode Pemulusan Eksponensial (<i>Exponential Smoothing</i>).....</b>	11
<b>2.5 Ketepatan Metode Peramalan.....</b>	15

2.6	<i>Fitur Solver di Microsoft Excel</i> .....	16
2.7	<i>Aplikasi Web</i> .....	17
2.8	<i>Java Server Pages (JSP)</i> .....	19
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....		20
3.1	<b>Pengumpulan Data</b> .....	20
3.2	<b>Studi Literatur</b> .....	20
3.3	<b>Analisis Data</b> .....	20
3.4	<b>Validasi Hasil Peramalan</b> .....	20
3.5	<b>Pembangunan Sistem</b> .....	21
3.6	<b>Kebutuhan Perangkat Lunak dan Keras</b> .....	22
<b>BAB IV ANALISIS DAN DESAIN SISTEM</b> .....		24
4.1	<b>Gambaran Sistem</b> .....	24
4.2	<b>Analisis Kebutuhan Sistem</b> .....	24
4.2.1	<i>Input Sistem</i> .....	24
4.2.2	<i>Proses Sistem</i> .....	25
4.2.3	<i>Output Sistem</i> .....	25
4.3	<i>Diagram Use Case</i> .....	26
4.4	<b>Definisi Aktor</b> .....	26
4.5	<i>Narasi Use Case</i> .....	27
4.6	<b>Perancangan Algoritma Metode</b> .....	32
4.6.1	<i>Method nilaiAwal_L()</i> .....	32
4.6.2	<i>Method nilaiAwal_b()</i> .....	32
4.6.3	<i>Method nilaiAwal_S()</i> .....	32
4.6.4	<i>Method hitung()</i> .....	32
4.6.5	<i>Method hitung_Fm()</i> .....	33

<b>4.7 Perancangan Antarmuka.....</b>	<b>34</b>
<b>BAB V IMPLEMENTASI DAN ANALISIS HASIL.....</b>	<b>40</b>
<b>    5.1 Implementasi Metode .....</b>	<b>40</b>
<b>    5.1.1. Metode Nilai Awal L .....</b>	<b>40</b>
<b>    5.1.2. Metode Nilai Awal b .....</b>	<b>40</b>
<b>    5.1.3. Metode Nilai Awal S .....</b>	<b>41</b>
<b>    5.1.4. Metode Hitung <i>Holt-Winters' Additive</i> .....</b>	<b>41</b>
<b>    5.1.5. Metode Hitung Peramalan .....</b>	<b>42</b>
<b>    5.2 Mencari Nilai <i>Alpha</i>, <i>Beta</i>, dan <i>Gamma</i> dengan <i>Solver</i> .....</b>	<b>43</b>
<b>    5.3 Implementasi Antarmuka.....</b>	<b>44</b>
<b>    5.4 Pengujian.....</b>	<b>50</b>
<b>    5.1.1. Perhitungan Manual .....</b>	<b>50</b>
<b>    5.1.2. Perhitungan Sistem .....</b>	<b>50</b>
<b>    5.5 Peramalan Harga Bawang Merah di Yogyakarta Tahun 2020 .....</b>	<b>51</b>
<b>    5.6 Analisis Hasil.....</b>	<b>52</b>
<b>BAB VI PENUTUP .....</b>	<b>53</b>
<b>    6.1 Kesimpulan .....</b>	<b>53</b>
<b>    6.2 Saran.....</b>	<b>53</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>54</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>55</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pola data Horisontal .....	10
Gambar 2.2 Pola data Musiman .....	10
Gambar 2.3 Pola data Siklis .....	10
Gambar 2.4 Pola data Trend.....	11
Gambar 2.5 <i>Solver di Microsoft Excel</i> .....	17
Gambar 2.6 Lingkungan klien/server yang melibatkan berbagai platform.....	18
Gambar 3.1 Tahap-tahap dalam Model Waterfall.....	21
Gambar 4.1 Diagram <i>Flowchart</i> .....	25
Gambar 4.2 Diagram <i>Use Case</i> .....	26
Gambar 4.3 Desain Halaman Awal.....	34
Gambar 4.4 Desain Halaman Data.....	34
Gambar 4.5 Desain Halaman Prediksi .....	35
Gambar 4.6 Desain Halaman <i>About Us</i> .....	35
Gambar 4.7 Desain <i>Login</i> untuk Admin .....	36
Gambar 4.8 Desain Halaman <i>Dashboard</i> .....	36
Gambar 4.9 Desain Halaman <i>Dashboard</i> : Data.....	37
Gambar 4.10 Desain Halaman <i>Dashboard</i> : Proses Prediksi - Perhitungan .....	37
Gambar 4.11 Desain Halaman <i>Dashboard</i> : Proses Prediksi – Hasil .....	38

Gambar 4.12 Desain Halaman <i>Dashboard</i> : Proses Prediksi – Uji Akurasi.....	38
Gambar 4.13 Desain Halaman <i>Dashboard</i> : Grafik.....	39
Gambar 5.1 <i>Listing Program</i> Inisialisasi Variabel <i>Alpha</i> , <i>Beta</i> , <i>Gamma</i> , dan Periode.....	40
Gambar 5.2 <i>Listing Program</i> <i>nilaiAwal_L</i> .....	40
Gambar 5.3 <i>Listing Program</i> <i>nilaiAwal_b</i> .....	40
Gambar 5.4 <i>Listing Program</i> <i>nilaiAwal_S</i> .....	41
Gambar 5.5 <i>Listing Program</i> <i>hitung</i> .....	42
Gambar 5.6 <i>Listing Program</i> <i>hitung_Fm</i> .....	42
Gambar 5.7 Implementasi Fitur <i>Solver</i> di <i>Microsoft Excel</i> .....	43
Gambar 5.8 Halaman Awal.....	44
Gambar 5.9 Halaman <i>Home</i> .....	45
Gambar 5.10 Halaman Data.....	45
Gambar 5.11 Halaman Prediksi .....	46
Gambar 5.12 Halaman About Us .....	46
Gambar 5.13 Tampilan <i>Login</i> untuk admin .....	47
Gambar 5.14 Halaman <i>Dashboard</i> .....	47
Gambar 5.15 Halaman <i>Dashboard</i> : Dataset .....	48
Gambar 5.16 Halaman <i>Dashboard</i> : Proses Prediksi - Perhitungan .....	48
Gambar 5.17 Halaman <i>Dashboard</i> : Proses Prediksi – Hasil <i>Forecasting</i> .....	49

Gambar 5.18 Halaman <i>Dashboard</i> : Proses Prediksi – Uji Akurasi .....	49
Gambar 5.19 Halaman <i>Dashboard</i> : Grafik .....	50
Gambar 5.20 Perhitungan Sistem.....	51
Gambar 5.21 Hasil <i>Forecasting</i> Harga Bawang Merah Tahun 2020.....	52
Gambar 6.1 Grafik Harga Bawang Merah di Yogyakarta Tahun 2018 .....	61



## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Perkembangan Harga Bawang Merah di Yogyakarta Tahun 2015-2016 (Rp/kg) .....	1
Tabel 4.1 Definisi Aktor <i>Use Case</i> .....	26
Tabel 4.2 Narasi <i>Use Case</i> Melihat Tabel Harga.....	27
Tabel 4.3 Narasi <i>Use Case</i> Melihat Hasil <i>Forecasting</i> Harga.....	27
Tabel 4.4 Narasi <i>Use Case</i> <i>Login</i> .....	28
Tabel 4.5 Narasi <i>Use Case</i> Memasukkan File .....	29
Tabel 4.6 Narasi <i>Use Case</i> Melihat Proses <i>Forecasting</i> .....	30
Tabel 4.7 Narasi <i>Use Case</i> <i>Logout</i> .....	31
Tabel 6.1 Tabel <i>Data Training</i> .....	55
Tabel 6.2 Tabel <i>Data Testing</i> .....	56
Tabel 6.3 Perhitungan nilai awal <i>Ls</i> , <i>bs</i> , dan <i>St</i> .....	56
Tabel 6.4 Perhitungan nilai pemulusan <i>Lt</i> , <i>bt</i> , dan <i>St</i> .....	57
Tabel 6.5 Perhitungan nilai <i>Forecast</i> tahun 2018 .....	59
Tabel 6.6 Perhitungan nilai <i>Error</i> .....	59
Tabel 6.7 Perhitungan MAPE .....	60

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Negara Indonesia dikenal sebagai negara agraris karena mayoritas penduduknya bermata pencaharian di bidang pertanian atau bercocok tanam. Pada Februari 2016, tercatat 31,74 persen angkatan kerja di Indonesia atau 38,29 juta bekerja di sektor pertanian (Badan Pusat Statistik, 2016). Pertanian di Indonesia telah menghasilkan berbagai macam tumbuhan komoditas ekspor, diantaranya padi, jagung, kedelai, sayur-sayuran, aneka cabai, ubi, dan singkong.

Salah satu tanaman sayuran yang banyak dihasilkan oleh petani di Indonesia yaitu bawang merah. Bawang merah merupakan komoditi hortikultura yang tergolong sayuran rempah. Sayuran rempah banyak dibutuhkan terutama sebagai pelengkap bumbu masakan untuk menambah cita rasa makanan. Meskipun bawang merah bukan kebutuhan pokok, namun bawang merah sangat dibutuhkan oleh konsumen, khususnya konsumen rumah tangga. Bawang merah memiliki peranan penting dalam kehidupan masyarakat di Indonesia karena didayagunakan sebagai bahan bumbu dapur, penyedap berbagai jenis masakan, bahan pelengkap makanan, dan obat-obatan. Banyaknya penggunaan bawang merah ini haruslah diimbangi dengan jumlah produksinya. Jumlah produksi bawang merah tentunya juga akan mempengaruhi harga jual bawang merah. Tabel 1.1 menunjukkan bahwa bawang merah ternyata mempunyai masalah fluktuasi harga.

Tabel 1.1 Perkembangan Harga Bawang Merah  
di Yogyakarta Tahun 2015-2016 (Rp/kg)

Bulan	Harga (Rp)	
	2015	2016
Januari	16539	25367
Februari	15140	<b>21583*</b>

Maret	23939	35555
April	24778	36064
Mei	<b>27930**</b>	35300
Juni	25571	30288
Juli	17965	36771
Agustus	<b>13983*</b>	32182
September	14222	33968
Oktober	15992	27476
November	15508	<b>40015**</b>
Desember	25417	32217

Keterangan: \*:Harga terendah \*\*: Harga tertinggi

Sumber: Kementerian Pertanian, 2019

Fluktuasi harga bawang merah berpengaruh kepada konsumen dan produsen. Produsen memerlukan kepastian harga guna memutuskan menanam bawang merah sehingga dapat mengurangi risiko kerugian karna turunnya harga. Berdasarkan masalah tersebut, maka diperlukan suatu metode untuk meramalkan harga bawang merah sehingga dapat mengantisipasi kenaikan harga. Metode tersebut dapat diimplementasikan dalam suatu aplikasi web yang dapat menampilkan prediksi harga bawang merah di Yogyakarta pada masa yang akan datang.

Meninjau penelitian tentang peramalan (*forecasting*) yang pernah dikerjakan sebelumnya, diantaranya:

- Munawaroh (2010) dalam penelitiannya yang bertujuan untuk meramalkan jumlah penumpang pada PT. Angkasa Pura I (Persero) dengan metode *Winters Exponential Smoothing* dan *Seasonal ARIMA* menjelaskan bahwa data jumlah kedatangan dan keberangkatan penumpang domestik tahun 2001-2009 merupakan data yang mengandung pola musiman dengan fluktuasi musim yang bervariasi, sehingga metode *Winters Exponential Smoothing* model multiplikatif dan *Seasonal ARIMA*

dapat digunakan. Hasil penelitian menjelaskan bahwa peramalan jumlah kedatangan dan keberangkatan penumpang domestik lebih tepat menggunakan metode *Seasonal ARIMA* karena masing-masing menghasilkan nilai MSD yang lebih kecil daripada nilai MSD yang dihasilkan pada metode *Winters Exponential Smoothing*.

- Wibowo S (2014) dalam penelitiannya tentang peramalan dan faktor-faktor yang mempengaruhi harga bawang merah di Sumatera Utara menjelaskan bahwa pola data harga bawang merah di Sumatera Utara memiliki pola data trend meningkat yang berfluktuatif sehingga metode peramalan yang paling baik digunakan adalah metode peramalan ARIMA.
- Sasti (2017) dalam penelitiannya tentang metode pemulusan eksponensial *Holt-Winters'* untuk peramalan data waktu musiman menjelaskan bahwa model aditif lebih baik untuk digunakan pada data kunjungan wisatawan mancanegara melalui bandara Ngurah Rai periode Januari tahun 2008 sampai dengan Juni 2016.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi metode peramalan terbaik, diantaranya jumlah data yang digunakan, pola data, dan nilai kesalahan yang dihasilkan (Hartanti, 2014). Dari Tabel 1.1 dapat dilihat bahwa tahun 2015, harga bawang merah terendah terjadi pada bulan Agustus dan harga tertinggi pada bulan Mei. Sedangkan tahun 2016, harga bawang merah terendah terjadi pada bulan Februari dan harga tertinggi pada bulan November. Hal ini menunjukkan bahwa harga bawang merah di Yogyakarta memiliki pola *trend* yang meningkat dan berfluktuatif serta tidak musiman (dimana kenaikan dan penurunan harga pada periode bulan yang tidak tetap).

Salah satu metode yang digunakan dalam peramalan (*forecasting*) yaitu metode *Holt-Winters' Additive*. Metode *Holt-Winters' Additive* digunakan untuk meramalkan data dengan pola *trend* dan musiman (Makridakis, 1999). Dengan adanya peramalan harga bawang merah ini, dapat menjadi bahan informasi bagi instansi terkait untuk menentukan kebijakan-kebijakan guna mengendalikan harga bawang merah di masa yang akan datang sehingga

produsen dan konsumen sama-sama diuntungkan. Petani pun dapat memutuskan kuantitas penanaman bawang merah agar terhindar dari risiko kerugian akibat turunnya harga. Oleh karena itu penulis tertarik untuk membuat sebuah aplikasi web untuk meramalkan harga bawang merah di Yogyakarta dengan menggunakan metode *Holt-Winters' Additive*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penulisan tugas akhir ini adalah:

- a. Bagaimana meramalkan harga bawang merah di Yogyakarta dengan metode *Holt-Winters' Additive*?
- b. Bagaimana membangun aplikasi web untuk meramalkan harga bawang merah di Yogyakarta dengan menggunakan metode *Holt-Winters' Additive*?
- c. Berapa nilai alpha, beta, dan gamma yang paling optimal dalam peramalan harga bawang merah di Yogyakarta menggunakan metode *Holt-Winters' Additive*?
- d. Berapa akurasi yang diperoleh dalam peramalan harga bawang merah di Yogyakarta menggunakan metode *Holt-Winters' Additive*?

## 1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini terdapat beberapa batasan masalah yang terdiri dari:

- a. Aplikasi ini berbasis *website*.
- b. Dataset yang digunakan adalah data harga bawang merah di Yogyakarta tahun 2012-2018.
- c. Metode yang digunakan dalam pembuatan sistem adalah *Holt-Winters' Additive*.
- d. Implementasi sistem dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman JSP.
- e. Perhitungan akurasi peramalan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah membangun dan menghasilkan aplikasi web yang membantu pengguna untuk memprediksi harga bawang merah di Yogyakarta pada waktu mendatang.

## 1.5 Sistematika Penulisan

### a. BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan untuk mempermudah pemahaman pembaca.

### b. BAB II: LANDASAN TEORI

Bab ini membahas tentang tinjauan hasil-hasil penelitian terdahulu, landasan teori dan metode yang berkaitan dengan masalah dalam penelitian.

### c. BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang metode pengumpulan data, studi literatur, analisis data, validasi hasil peramalan, pembangunan sistem, serta kebutuhan perangkat lunak dan keras.

### d. BAB IV: ANALISIS DAN DESAIN SISTEM

Bab ini menjelaskan tentang gambaran sistem, analisis sistem dan perancangan aplikasi web yang dapat meramalkan harga bawang merah di Yogyakarta meliputi *use case* dan rancangan antar muka (*interface*).

### e. BAB V: IMPLEMENTASI DAN ANALISIS HASIL

Bab ini berisi tentang implementasi sistem yang dibuat berdasar rancangan sistem ke dalam bahasa pemrograman JSP serta analisis hasil implementasi dari aplikasi web peramalan harga bawang merah di Yogyakarta.

### f. BAB VI: PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan atas penelitian yang telah dilakukan dan saran untuk penelitian selanjutnya.

## BAB II LANDASAN TEORI

### 2.1 Bawang Merah

Bawang merah telah dikenal dan digunakan orang sejak beberapa ribu tahun yang lalu. Dalam peninggalan sejarah, ditemukan banyak bukti yang menceritakan tentang khasiat dan kehebatan tanaman ini. Tanaman bawang merah diduga berasal dari daerah Asia Tengah, yaitu di deretan daerah sekitar India, Pakistan, sampai Palestina (Rahayu dan Berlian, 2004). Penyebaran bawang merah meluas hampir ke setiap negara. Oleh karena itu, bawang merah memiliki sebutan yang berbeda di tiap negara. Di kalangan internasional, bawang merah diberi nama *shallot*. Namun, untuk kepentingan ilmiah, nama bawang merah adalah *Allium cepa* var. *ascalonicum* atau *Allium ascalonicum*.

Bawang merah merupakan tanaman yang satu marga dengan tanaman bawang daun, bawang bombay, dan bawang putih yang termasuk dalam famili *Liliaceae* (Rukmana, 1994). Famili *Liliaceae* mempunyai ciri berumbi lapis, berakar serabut, dan bentuk daun silindris. Umbi lapis tersebut berasal dari pangkal daun yang bersatu dan membentuk batang-batang semu serta berubah bentuk dan fungsinya. Spesies bawang merah yang banyak ditanam di Indonesia ada 2 macam, yaitu bawang merah biasa atau *shallot* dan bawang merah sebenarnya atau disebut bawang Bombay.

Tanaman bawang merah dapat berproduksi dengan baik di daerah dataran rendah sampai dengan dataran tinggi, yaitu pada ketinggian kurang lebih 1.100 meter di atas permukaan laut (dpl). Namun, ketinggian ideal yang memungkinkan bawang merah untuk berproduksi secara optimal adalah pada ketinggian 0 – 800 meter di atas permukaan laut (dpl). Bawang merah dibudidayakan pada daerah dengan dataran rendah yang beriklim kering, suhu yang agak panas dan cuaca cerah, tanaman bawang merah tidak menyukai tempat-tempat yang tergenang air (Rahayu dan Berlian, 2004).

Tanaman bawang merah dapat dibudidayakan dengan syarat pertumbuhan seperti: tanah yang subur, banyak mengandung humus, tidak tergenang air, aerasi (pertukaran udara dalam tanah) yang baik, serta pH antara 5,5-6,5. pH yang terlalu rendah atau kurang dari 5,5 akan mengakibatkan garam-garam *Alumunium* (Al) yang terlarut akan bersifat racun terhadap bawang merah. Hal tersebut dapat menyebabkan tanaman bawang merah tumbuh kerdil. Demikian pula jika pH lebih besar dari 6,5 maka unsur mikro *Mangan* (Mn) tidak dapat digunakan, sehingga umbinya kecil-kecil dan hasil produksi rendah. Tanaman bawang merah sudah bisa dipanen pada umur 60-70 hari.

## 2.2 Tinjauan Pustaka

Munawaroh (2010) dalam penelitiannya yang bertujuan untuk meramalkan jumlah penumpang pada PT. Angkasa Pura I (Persero) dengan metode *Winters Exponential Smoothing* dan *Seasonal ARIMA* menjelaskan bahwa metode *Winters Exponential Smoothing* digunakan untuk mengatasi pola musiman pada data. Sedangkan metode *Seasonal ARIMA* merupakan metode ARIMA yang digunakan untuk menyelesaikan *time series* musiman. Data jumlah kedatangan dan keberangkatan penumpang domestic tahun 2001-2009 merupakan data yang mengandung pola musiman dengan fluktuasi musim yang bervariasi, sehingga metode *Winters Exponential Smoothing* model multiplikatif dan *Seasonal ARIMA* dapat digunakan. Peramalan dengan metode *Seasonal ARIMA* menghasilkan model peramalan ARIMA(1,1,0)(2,1,0)<sub>12</sub> dengan nilai MSD 0,010075 untuk jumlah kedatangan penumpang domestik dan ARIMA(1,1,0)(1,1,0)<sub>12</sub> dengan nilai MSD 0,01401 untuk jumlah keberangkatan penumpang domestik. Peramalan jumlah kedatangan dan keberangkatan penumpang domestik lebih tepat menggunakan metode *Seasonal ARIMA* karena masing-masing menghasilkan nilai MSD yang lebih kecil daripada nilai MSD yang dihasilkan pada metode *Winters Exponential Smoothing*.

Wibowo S (2014) dalam penelitiannya tentang peramalan dan faktor-faktor yang mempengaruhi harga bawang merah di Sumatera Utara menjelaskan bahwa pola data harga bawang merah di Sumatera Utara memiliki pola data trend meningkat yang berfluktuatif. Metode peramalan harga bawang merah yang paling baik digunakan di Sumatera Utara adalah metode peramalan ARIMA dengan model ARIMA (0,1,1).

Sasti (2017) dalam penelitiannya tentang metode pemulusan eksponensial *Holt-Winters* untuk peramalan data waktu musiman menjelaskan bahwa terdapat dua model dalam metode pemulusan eksponensial *Holt-Winters* yaitu model aditif dan multiplikatif. Kombinasi  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$  yang meminimumkan MAPE dan MAD untuk model aditif yaitu  $\alpha = 0,3$ ,  $\beta = 0,55$ , dan  $\gamma = 0$  dengan nilai MAPE = 5,43 dan MAD = 14426,33, sedangkan pada model multiplikatif nilai  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$  dengan kombinasi  $\alpha = 0,3$ ,  $\beta = 0,5$ , dan  $\gamma = 0,05$  dengan nilai MAPE = 5,52 dan MAD = 14711,68. Dari dua model tersebut ternyata model aditif lebih baik untuk digunakan pada data kunjungan wisatawan mancanegara melalui bandara Ngurah Rai periode Januari tahun 2008 sampai dengan Juni 2016.

### 2.3 Peramalan (*Forecasting*)

Peramalan (*forecasting*) merupakan seni dan ilmu untuk memperkirakan atau memprediksi apa yang akan terjadi di masa depan. Peramalan diperlukan untuk menetapkan kapan suatu peristiwa akan terjadi, sehingga tindakan yang tepat dapat dilakukan.

Dalam hal manajemen dan administrasi, perencanaan merupakan kebutuhan yang besar, karena waktu tenggang untuk pengambilan keputusan dapat berkisar dari beberapa tahun (kasus penanaman modal) sampai beberapa hari atau bahkan beberapa jam (seperti penjadwalan produksi dan transportasi). Peramalan merupakan alat bantu yang penting dalam perencanaan yang efektif dan efisien (Makridakis, 1999).

Untuk melakukan peramalan diperlukan data dan informasi yang akurat di masa lampau, sehingga dapat dilihat pola di masa yang akan datang melalui

pendekatan-pendekatan ilmiah dan sistematis. Terdapat beberapa jenis peramalan, antara lain (Herjanto,2008):

1. Peramalan berdasarkan jangka waktu

Peramalan berdasarkan jangka waktu dibedakan menjadi 3, yaitu:

- a. Peramalan jangka pendek merupakan peramalan yang didasarkan pada waktu kurang dari satu tahun.
- b. Peramalan jangka menengah merupakan peramalan yang didasarkan pada rentang waktu dari tiga bulan hingga 18 bulan.
- c. Peramalan jangka panjang merupakan peramalan yang didasarkan pada kurun waktu lebih dari tiga tahun.

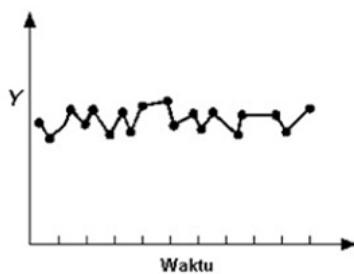
2. Peramalan berdasarkan metode/pendekatan

Peramalan berdasarkan metode dibedakan menjadi 2, yaitu:

- a. Metode peramalan kualitatif merupakan peramalan yang didasarkan atas data kualitatif dan hasil penyelidikan.
- b. Metode peramalan kuantitatif merupakan peramalan yang didasarkan atas data kuantitatif masa lalu (dalam bentuk angka-angka).

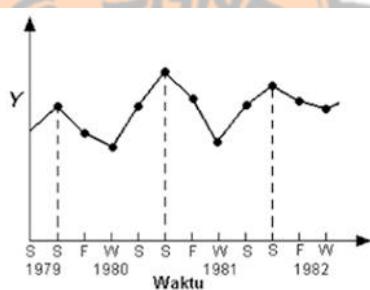
Untuk melakukan peramalan, diperlukan metode tertentu yang digunakan dengan melihat data dan informasi yang akan diramal. Metode peramalan berfungsi untuk memprediksi data deret berkala (*time series*) beberapa periode yang akan datang dengan berdasarkan data beberapa periode sebelumnya. Langkah penting dalam memilih metode deret berkala yang tepat adalah dengan mempertimbangkan jenis pola data, sehingga metode yang paling tepat dengan pola tersebut dapat diuji. Pola data dapat dibedakan menjadi empat jenis siklis (*cyclical*) dan trend (Makridakis, 1999).

1. Pola horisontal (H) terjadi jika nilai data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan, membentuk garis horisontal. Data ini juga disebut dengan data stasioner. Sebagai contoh, suatu produk yang penjualannya tidak meningkat atau menurun selama waktu tertentu. Pola data horizontal ditunjukkan pada Gambar 2.1.



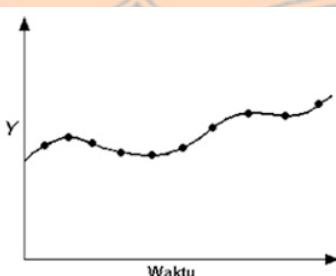
Gambar 2.1 Pola data Horisontal

2. Pola musiman (S) terjadi jika suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman (misalnya kuartal tahun tertentu, bulanan, atau hari-hari pada minggu tertentu). Contohnya penjualan dari produk minuman ringan. Pola data musiman ditunjukkan pada Gambar 2.2.



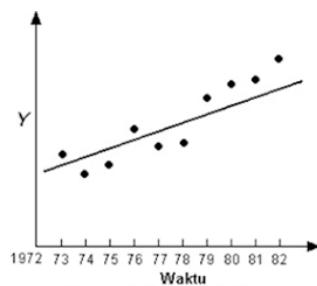
Gambar 2.2 Pola data Musiman

3. Pola siklis (C) terjadi jika datanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti yang berhubungan dengan siklus bisnis. Pola siklis cenderung berulang pada data setiap dua tahun, tiga tahun atau lebih. Pola data siklis ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Pola data Siklis

4. Pola trend (T) terjadi jika terdapat pertumbuhan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data. Data yang mempunyai trend disebut data nonstasioner. Pola data trend ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Pola data Trend

Dalam praktiknya, terdapat berbagai metode peramalan deret berkala (*time series*), antara lain:

1. Metode Naïve
2. Metode Rata-Rata
3. Metode Pemulusan Eksponensial
4. Metode Dekomposisi
5. Metode Box Jenkins (ARIMA)

#### 2.4 Metode Pemulusan Eksponensial (*Exponential Smoothing*)

Pemulusan Eksponensial (*Exponential Smoothing*) adalah suatu prosedur yang secara terus menerus memperbaiki peramalan dengan merata-rata nilai masa lalu dari suatu data runtut waktu dengan cara menurun (*exponential*). Macam-macam metode pemulusan eksponensial, yaitu (Makridakis, 2000)

##### a) Pemulusan (*Smoothing*) Eksponensial Tunggal

Metode ini menambahkan parameter *alpha* dalam model untuk mengurangi faktor kerandoman. Nilai prediksi dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut (Makridakis, 2000)

$$F_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha)F_t \quad (2.1)$$

dengan

$F_{t+1}$  : nilai prediksi untuk periode berikutnya

$\alpha$  : konstanta pemulusan ( $0 < \alpha < 1$ )

$Y_t$  : data aktual pada periode  $t$

$F_t$  : nilai prediksi pada periode  $t$  yang diperoleh dari rata-rata penghalusan hingga periode  $t-1$

b) Pemulusan (*Smoothing*) Eksponensial Ganda

Metode pemulusan eksponensial tunggal hanya akan efektif apabila data runtut waktu yang diamati memiliki pola horizontal. Jika metode itu digunakan untuk data runtut waktu yang memiliki unsur *trend* yang konsisten, nilai-nilai perkiraan akan selalu berada di belakang nilai aktualnya.

- Metode Linear Satu-Parameter dari Brown

Metode ini dikembangkan oleh Brown untuk mengatasi perbedaan antara data aktual dan nilai peramalan apabila ada trend pada plotnya. Persamaan yang digunakan metode ini adalah:

$$S'_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha) S'_{t-1} \quad (2.2)$$

$$S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha) S''_{t-1} \quad (2.3)$$

$$a_t = 2S'_t - S''_t \quad (2.4)$$

$$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha} (S'_t - S''_t) \quad (2.5)$$

Persamaan yang digunakan untuk membuat peramalan pada periode  $m$  yang akan datang adalah:

$$F_{t+m} = a_t + b_t m \quad (2.6)$$

dengan

$S'_t$  : nilai pemulusan eksponensial tunggal

$S''_t$  : nilai pemulusan eksponensial ganda

$\alpha$  : konstanta pemulusan ( $0 < \alpha < 1$ )

$a_t$  : perbedaan antara nilai-nilai pemulusan eksponensial

$b_t$  : estimasi *trend*

$Y_t$  : data aktual pada periode  $t$

$m$  : jumlah periode ke depan yang diramalkan

- Metode Dua-Parameter dari Holt

Metode pemulusan eksponensial linear dari Holt dalam prinsipnya serupa dengan Brown, tetapi Holt tidak menggunakan rumus pemulusan berganda secara langsung. Holt memuluskan nilai trend dengan parameter yang berbeda dari parameter yang digunakan pada deret yang asli. Persamaan yang digunakan metode ini adalah:

$$S_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}) \quad (2.7)$$

$$b_t = \gamma(S_t - S_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1} \quad (2.8)$$

Persamaan yang digunakan untuk membuat peramalan pada periode  $m$  yang akan datang adalah:

$$F_{t+m} = S_t + b_t m \quad (2.9)$$

dengan

$S_t$  : nilai pemulusan eksponensial

$\alpha$  : konstanta pemulusan ( $0 < \alpha < 1$ )

$\gamma$  : konstanta pemulusan untuk estimasi trend ( $0 < \gamma < 1$ )

$b_t$  : estimasi *trend*

$Y_t$  : data aktual pada periode  $t$

$m$  : jumlah periode ke depan yang diramalkan

Besarnya nilai  $\alpha$  dapat ditentukan dengan melihat pola historis data aktualnya. Apabila pola historis tidak stabil atau sangat bergejolak dari waktu ke waktu, maka pilih nilai  $\alpha$  mendekati 1. Sebaliknya, apabila pola historis relatif stabil, maka pilih nilai  $\alpha$  mendekati 0. Begitu juga dalam menentukan nilai  $\gamma$ .

c) Pemulusan (*Smoothing*) Eksponensial *Holt-Winters' Aditif*

Metode ini merupakan salah satu penemuan penting dalam bidang peramalan, karena mampu menangani data yang memiliki unsur trend dan musiman. Metode ini merupakan penyempurnaan dari

metode *Holt-Brown*. Metode *Holt-Winters'* didasarkan pada tiga persamaan pemulusan, yaitu pemulusan level, pemulusan trend, dan pemulusan musiman. Metode ini serupa dengan metode *Holt*, namun dengan satu persamaan tambahan untuk mengatasi musiman. Metode *Holt-Winters'* menggunakan tiga pembobotan yaitu  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$  dengan nilai yang berada diantara 0 dan 1. Persamaan yang digunakan metode ini adalah:

$$L_t = \alpha(Y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (2.10)$$

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (2.11)$$

$$S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (2.12)$$

Persamaan yang digunakan untuk membuat peramalan pada periode  $m$  yang akan datang adalah:

$$F_{t+m} = L_t + b_t m + S_{t-s+m} \quad (2.13)$$

dengan

$L_t$  : nilai pemulusan baru atau level estimasi saat ini

$\alpha$  : konstanta pemulusan untuk Level ( $0 < \alpha < 1$ )

$Y_t$  : pengamatan baru atau data aktual periode  $t$

$\beta$  : konstanta pemulusan untuk estimasi trend ( $0 < \beta < 1$ )

$b_t$  : estimasi trend

$\gamma$  : konstanta pemulusan untuk estimasi musiman ( $0 < \gamma < 1$ )

$S_t$  : estimasi musiman

$m$  : jumlah periode ke depan yang diramalkan

$s$  : panjangnya musim

$F_{t+m}$  : nilai prediksi  $m$  periode ke depan

Untuk menginisialisai metode peramalan ini, diperlukan nilai awal untuk pemulusan level  $L_s$ , trend  $b_t$ , dan indeks musiman  $S_t$ . Untuk mendapatkan estimasi nilai awal dari indeks musiman, diperlukan setidaknya data lengkap selama satu musim. Dengan begitu, nilai trend dan pemulusan diinisialisasi pada periode  $s$ . Nilai awal

konstanta pemulusan level didapatkan dengan menggunakan nilai rata-rata musim pertama, sehingga:

$$L_s = \frac{1}{s}(Y_1 + Y_2 + \dots + Y_s) \quad (2.14)$$

Untuk menginisialisasi trend, akan lebih baik jika menggunakan data lengkap selama 2 musim (periode), sebagai berikut:

$$b_s = \frac{1}{s} \left[ \frac{Y_{s+1}-Y_1}{s} + \frac{Y_{s+2}-Y_2}{s} + \dots + \frac{Y_{s+s}-Y_s}{s} \right] \quad (2.15)$$

Kemudian untuk menginisialisasi indeks musiman metode aditif, yaitu:

$$S_1 = Y_1 - L_s, S_2 = Y_2 - L_s, \dots, S_s = Y_s - L_s \quad (2.16)$$

Adapun langkah kerja metode Pemulusan Eksponensial *Holt-Winters' Aditif* yaitu:

1. Menentukan nilai konstanta  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$  yaitu antara 0 dan 1.
2. Menghitung nilai awal pemulusan level dengan persamaan 2.14 menggunakan satu data musiman lengkap (yaitu  $L$  periode).
3. Menghitung nilai awal pemulusan trend dengan persamaan 2.15 menggunakan dua data musiman lengkap (yaitu  $2L$  periode).
4. Menghitung nilai awal pemulusan musiman dengan persamaan 2.16.
5. Menghitung nilai pemulusan level dengan persamaan 2.10.
6. Menghitung nilai pemulusan trend dengan persamaan 2.11.
7. Menghitung nilai pemulusan musiman dengan persamaan 2.12.
8. Tahap terakhir, menghitung nilai ramalan untuk  $m$  periode berikutnya ( $F_{t+m}$ ) dengan persamaan 2.13.

## 2.5 Ketepatan Metode Peramalan

Ketepatan (*accuracy*) dipandang sebagai kriteria penolakan untuk memilih suatu metode peramalan. Ketepatan merujuk pada kesesuaian suatu metode peramalan untuk mengolah data. Jika metode yang digunakan sudah dianggap benar dalam melakukan peramalan, maka pemilihan metode peramalan terbaik

didasarkan pada tingkat kesalahan prediksi (Santoso, 2009). Besarnya kesalahan peramalan dapat dihitung dengan mengurangi data aktual dengan besarnya ramalan,

$$Error(E) = Y_t - F_t \quad (2.17)$$

Salah satu alat ukur yang dapat digunakan untuk menentukan besarnya kesalahan prediksi adalah *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

$$MAPE = \frac{100\%}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - F_t}{Y_t} \right| \quad (2.18)$$

dengan

$n$  : banyaknya data

$Y_t$  : data aktual pada waktu  $t$

$F_t$  : data hasil peramalan pada waktu  $t$

Semakin kecil nilai yang dihasilkan oleh alat ukur tersebut, maka metode peramalan yang digunakan semakin baik.

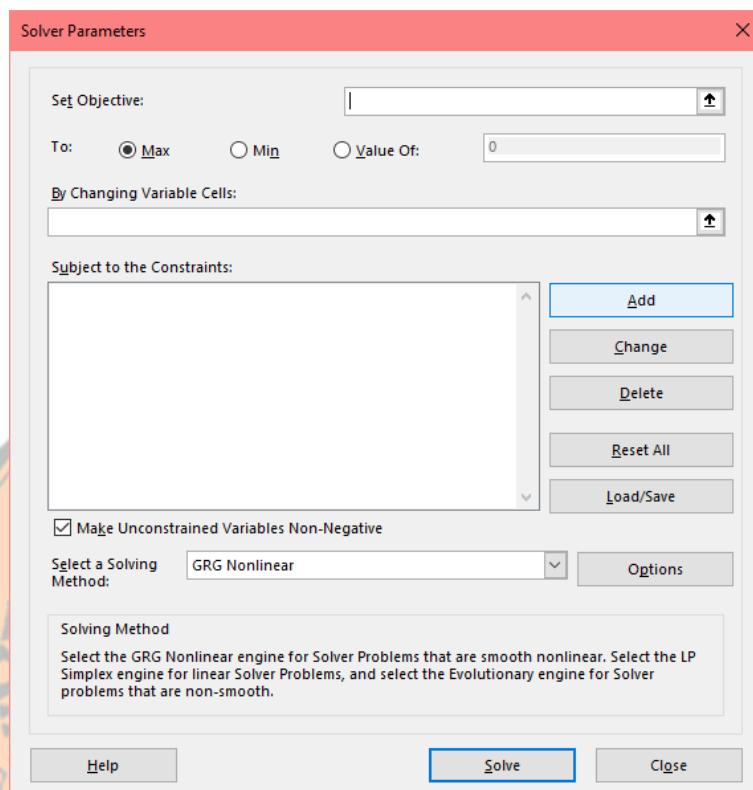
## 2.6 Fitur Solver di Microsoft Excel

*Solver* merupakan salah satu program tambahan (*add-in*) di *Microsoft Excel* yang digunakan untuk menganalisis data guna memperoleh nilai optimal, baik maksimum ataupun minimum. Fitur ini membutuhkan satu sel yang berisi sebuah rumus (*Objective Cell*), batasan (*constraints*) tertentu, dan variabel tujuan yang ingin diubah nilainya.

Sederhananya, *Solver* dapat digunakan untuk menentukan nilai maksimum atau minimum satu sel dengan mengubah sel lain. Fungsi *Solver* memiliki 3 metode penyelesaian, yaitu:

1. *Generalized Reduced Gradient (GRG) Nonlinear* digunakan untuk memecahkan masalah *non-linear* yang halus.
2. *LP Simplex* digunakan untuk masalah *linear*.
3. *Evolutionary* sama dengan *LP Simplex* dan *GRG*, tetapi menggunakan algoritma genetika untuk menemukan solusinya. *Evolutionary Solver* dapat digunakan untuk setiap rumus atau fungsi *Excel*, baik *linear* maupun *non-linear*.

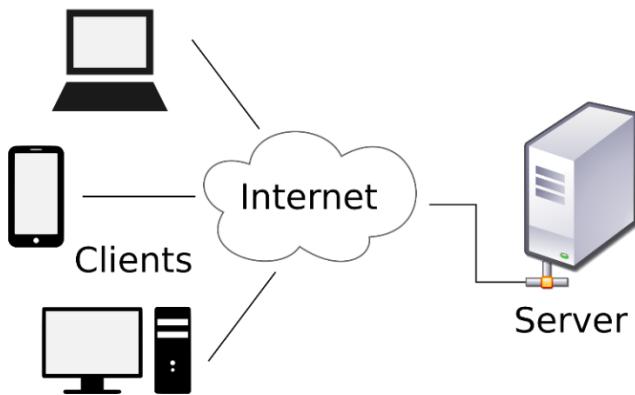
Tampilan dari fitur *Solver* di *Microsoft Excel* dapat dilihat pada Gambar 2.5 di bawah ini.



Gambar 2.5 *Solver* di *Microsoft Excel*

## 2.7 Aplikasi Web

Aplikasi Web adalah suatu aplikasi yang membentuk halaman-halaman Web berdasarkan permintaan pengguna (*user*) (Kadir,2004). Aplikasi Web dapat mencakup permainan interaktif, kelompok diskusi, mesin pencari, toko online, situs berita, dll. Aplikasi Web merupakan salah satu contoh aplikasi klien/server dimana klien mewakili komputer yang digunakan oleh pengguna (*user*), sedangkan server mewakili komputer yang menyediakan layanan aplikasi. Klien dan server saling berhubungan melalui Internet maupun Intranet. Model klien/server yang menggunakan aplikasi Web dapat melibatkan banyak platform seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.6 Lingkungan klien/server yang melibatkan berbagai platform.

Ciri khas lain pada penggunaan aplikasi Web yaitu pengguna (*user*) menggunakan perangkat lunak yang dinamakan *Web Browser* seperti Internet Explorer, Google Chrome, Mozilla, dsb untuk mengakses aplikasi Web.

Saat ini sudah banyak teknologi dan *tools* yang dapat digunakan dalam pengembangan aplikasi Web, mulai dari *scripting language* seperti HTML hingga bahasa pemrograman seperti JSP, ASP, PHP dan lainnya.

Ada banyak keuntungan yang diberikan oleh aplikasi Web daripada aplikasi yang berbasis desktop, seperti:

1. Akses informasi mudah
2. *Setup server* lebih mudah
3. Informasi mudah didistribusikan
4. Bebas platform

Bentuk aplikasi Web juga sudah sangat menarik dengan adanya teknologi yang mampu membuat *style* pada web seperti CSS. Selain itu, ada juga teknologi lain yang dapat membuat aplikasi web lebih interaktif, seperti Flash.

## 2.8 Java Server Pages (JSP)

*Java Server Pages* (JSP) adalah suatu teknologi web berbasis bahasa pemrograman Java yang berjalan di Platform Java. JSP merupakan perluasan dari teknologi servlet. Tujuan dari JSP adalah untuk lebih menyederhanakan penulisan servlet. Teknologi JSP dapat digunakan untuk membuat halaman-halaman web yang mampu menampilkan isi secara dinamis. Teknologi ini dikembangkan oleh *Sun Microsystems*.

Teknologi JSP didesain untuk membuat aplikasi berbasis web yang bekerja dengan berbagai macam *web server*, *application server*, *browser* dan *development tool* dengan lebih mudah dan cepat. Ada dua alasan penting yang membuat JSP banyak digunakan oleh pengembang aplikasi Web, yaitu:

1. JSP menggunakan bahasa Java

Para pemrogram yang mengenal Java akan sangat mudah untuk membuat aplikasi Web dengan JSP karena dasar JSP adalah bahasa Java. Dengan begitu, mereka tidak perlu lagi belajar bahasa baru untuk membuat aplikasi Web.

2. JSP mendukung multiplatform

Meskipun JSP bukan satu-satunya perangkat lunak pembuat aplikasi Web yang bersifat multiplatform, namun dengan dukungan multiplatform ini JSP memungkinkan kode dapat dipindah-pindahkan ke berbagai platform tanpa perlu melakukan perubahan apapun pada kode tersebut. Sebagai contoh, kode JSP yang awalnya ditujukan untuk dijalankan pada Windows dapat dipindahkan ke lingkungan lain, seperti Linux.

Namun, JSP memiliki kelemahan yaitu proses kompilasi terhadap halaman JSP mengakibatkan klien harus menunggu lebih lama saat pertama kali dibuka, sehingga kecepatan proses JSP secara menyeluruh berkurang.

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi prosedur yang digunakan untuk mengumpulkan, mengolah, dan menganalisa data serta metode yang digunakan.

#### 3.1 Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu data harga bawang merah di Yogyakarta dari bulan Januari 2012 sampai dengan Desember 2018. Data tersebut diperoleh dari situs web Kementerian Pertanian Republik Indonesia.

#### 3.2 Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan pencarian, pengumpulan, dan mempelajari informasi yang berkaitan dengan bawang merah, peramalan (*forecasting*), pola-pola data, dan metode *Exponential Smoothing*. Sumber literatur berupa buku, skripsi, jurnal penelitian serta sumber-sumber lain yang berkaitan dengan penelitian ini.

#### 3.3 Analisis Data

Data yang diperoleh merupakan data kuantitatif, yaitu data bulanan selama kurun waktu 84 bulan (Januari 2012 sampai Desember 2018). Pada tahap ini dilakukan analisis data sehingga dapat diketahui polanya. Deret data dibuat dalam bentuk tabel, kemudian diplot pada kurva menggunakan program *Microsoft Excel*. Dengan melihat plot data yang ada maka akan didapatkan pola datanya.

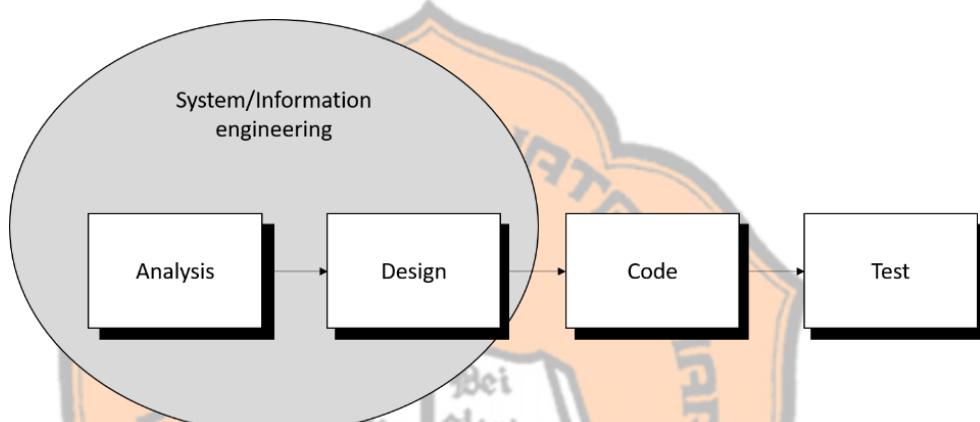
#### 3.4 Validasi Hasil Peramalan

Hasil dari peramalan dengan menggunakan metode *Holt-Winters' Additive* diukur besar kesalahannya dengan menggunakan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*).

### 3.5 Pembangunan Sistem

Pembuatan perancangan aplikasi ini menggunakan metode *waterfall*.

Metode *waterfall* adalah metode yang paling tua dan paling banyak digunakan dalam tahap pengembangan perangkat lunak (Utami & Asnawati, 2015). Model *Waterfall* menyediakan pendekatan alur hidup suatu perangkat lunak secara terurut dimulai dari analisis, desain, pengodean, pengujian, dan tahap *support*. Gambar 3.1 adalah tahap-tahap dalam model *waterfall* menurut Utami & Asnawati (2015).



Gambar 3.1 Tahap-tahap dalam Model Waterfall

(Sumber: Utami & Asnawati, 2015)

a. *Analysis*

Pada tahap ini dilakukan analisis kebutuhan perangkat lunak. Proses analisis dilakukan secara intensif untuk menspesifikasikan kebutuhan perangkat lunak agar dapat dipahami perangkat lunak seperti apa yang dibutuhkan oleh pengguna (*user*). Spesifikasi kebutuhan perangkat lunak pada tahap ini perlu untuk didokumentasikan.

b. *Design*

Pada tahap ini dilakukan perancangan tampilan *user interface* yang digunakan dalam sistem. Desain perangkat lunak adalah langkah yang berfokus pada struktur data, arsitektur perangkat lunak, representasi *interface*, dan prosedur pengodean. Tahap ini mentranslasi kebutuhan perangkat lunak dari tahap analisis kebutuhan menjadi representasi desain

yang akan diimplementasikan dalam bentuk program pada tahap selanjutnya.

c. *Code*

Desain harus diterjemahkan ke dalam program perangkat lunak. Pada tahap ini dilakukan implementasi perancangan sistem ke dalam bentuk yang dapat dibaca oleh komputer (*coding*). Hasil dari tahap ini adalah program komputer sesuai dengan desain yang telah dibuat pada tahap desain.

d. *Test*

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap system dari segi lojik dan fungsional untuk memastikan bahwa sistem yang dibuat telah sesuai dengan desainnya dan semua fungsinya dapat digunakan dengan baik. Dalam tahap ini harus dipastikan bahwa sistem telah dibuat dengan lengkap meliputi seluruh proses dan kebutuhan yang ada di dalam dokumen analisa kebutuhan dan desain sistem.

Kelebihan menggunakan model *Waterfall* adalah model ini memiliki proses pengembangan model fase *one-by-one* sehingga mampu meminimalis kesalahan yang mungkin akan terjadi. Sedangkan kekurangan model ini yaitu tidak memungkinkan untuk banyak revisi jika terjadi kesalahan dalam prosesnya, karena setelah dalam tahap pengujian, akan sulit untuk kembali mengubah sesuatu yang tidak terdokumentasi dengan baik dalam tahap konsep sebelumnya (Pressman, 2012).

### 3.6 Kebutuhan Perangkat Lunak dan Keras

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *hardware* dan *software* sebagai berikut:

1. Spesifikasi Perangkat Keras

- Prossesor Intel® Core™ i5-8250U CPU @ 1.60GHz (8 CPUs),  
~1.8GHz
- RAM 8 GB

- *Hard Disk Drive 1 TB*
  - 2. Spesifikasi Perangkat Lunak
    - Sistem Operasi Windows 10 Home Single Language 64-bit (10.0, Built 18362)
    - Netbeans 8.1
- Perangkat lunak ini digunakan untuk membuat program/*source code* dan tampilan (*interface*) program.



## BAB IV

### ANALISIS DAN DESAIN SISTEM

#### 4.1 Gambaran Sistem

Aplikasi web Peramalan Harga Bawang Merah di Yogyakarta menggunakan metode *Holt-Winters' Additive* merupakan aplikasi web yang dapat memberikan prediksi harga bawang merah di tahun yang akan datang. Aplikasi web ini membutuhkan administrator yang bertugas memasukkan file data harga bawang merah pada tahun-tahun sebelumnya. Administrator harus melakukan *login* terlebih dahulu agar dapat memasukkan file tersebut yang berformat .xlsx. Proses peramalan harga dapat dilakukan jika file data masa lampau sudah berhasil di-upload. Sistem akan membaca file yang di-upload dan melakukan perhitungan dengan metode *Holt-Winters' Additive*. Setelah perhitungan selesai, sistem akan menampilkan prediksi harga bawang merah untuk satu tahun berikutnya.

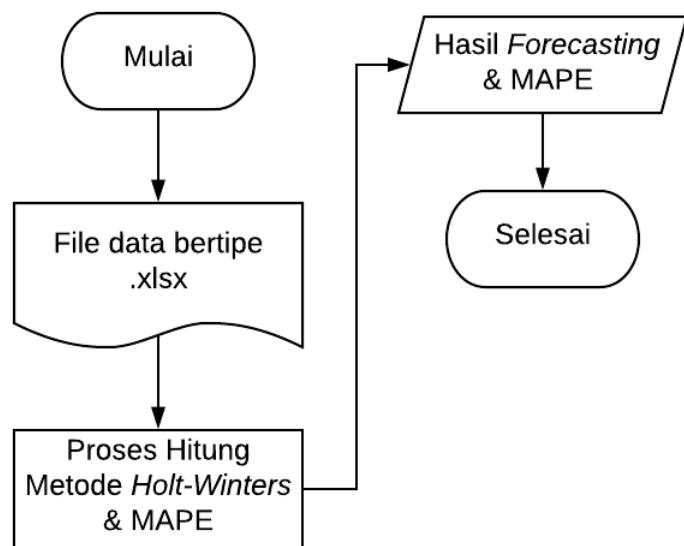
#### 4.2 Analisis Kebutuhan Sistem

##### 4.2.1 Input Sistem

Sistem ini membutuhkan masukan (*input*) berupa file berekstensi .xlsx yang berisi data harga bawang merah dengan format kolom pertama adalah tahun, kolom kedua adalah bulan, dan kolom ketiga adalah harga. Data harga bawang merah tersebut merupakan data bulanan dalam periode tahun tertentu.

#### 4.2.2 Proses Sistem

Tahapan dalam sistem ini ditunjukkan pada gambar 4.2.



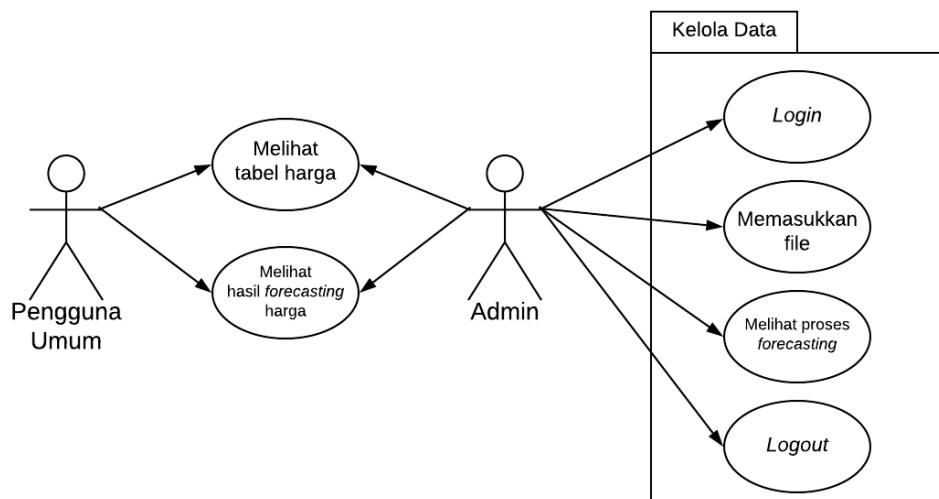
Gambar 4.1 Diagram Flowchart

#### 4.2.3 Output Sistem

Output dari sistem ini adalah hasil perhitungan *forecasting* harga bawang merah di Yogyakarta pada tahun 2018 yang dihitung dengan metode *Holt-Winters' Additive* serta nilai *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* yang diperoleh.

### 4.3 Diagram Use Case

Diagram *Use Case* untuk sistem ini adalah sebagai berikut:



Gambar 4.2 Diagram *Use Case*

### 4.4 Definisi Aktor

Tabel 4.1 Definisi Aktor *Use Case*

No	Aktor	Deskripsi
1.	Pengguna Umum	Orang yang mengakses aplikasi web, hanya dapat melihat halaman awal, data harga bawang merah, serta prediksi harga di tahun mendatang
2.	Admin	Orang yang bertugas dan memiliki hak akses untuk mengelolah aplikasi web, seperti mengupload file.

#### 4.5 Narasi *Use Case*

Tabel 4.2 Narasi *Use Case* Melihat Tabel Harga

<b>Melihat Tabel Harga</b>		
<b>Nama Use Case</b>	Melihat Tabel Harga	
<b>ID Use Case</b>	1	
<b>Aktor</b>	Pengguna Umum dan Admin	
<b>Deskripsi</b>	<i>Use case</i> ini merupakan proses <i>user</i> melihat tabel harga bawang merah di Yogyakarta pada bulan Januari 2012 sampai Desember 2017	
<b>Kondisi Awal</b>	User berada di halaman Awal	
<b>Kondisi Akhir</b>	Harga bawang merah ditampilkan dalam tabel pada halaman “Data”	
<b>Typical Course</b>	<b>Aksi Aktor</b>	<b>Reaksi Sistem</b>
	1. Klik menu “Data”	
		2. Menampilkan halaman “Data” dan tabel data harga bawang merah di Yogyakarta
<b>Alternate Course</b>	-	-

Tabel 4.3 Narasi *Use Case* Melihat Hasil *Forecasting* Harga

<b>Melihat Hasil <i>Forecasting</i> Harga</b>	
<b>Nama Use Case</b>	Melihat Hasil <i>Forecasting</i> Harga
<b>ID Use Case</b>	2
<b>Aktor</b>	Pengguna Umum dan Admin

<b>Deskripsi</b>	<i>Use case</i> ini merupakan proses melihat hasil <i>forecasting</i> harga bawang merah di Yogyakarta pada tahun 2018	
<b>Kondisi Awal</b>	User berada di halaman Awal	
<b>Kondisi Akhir</b>	Hasil <i>forecasting</i> harga ditampilkan dalam tabel pada halaman “Prediksi”	
<i>Typical Course</i>	<b>Aksi Aktor</b>	<b>Reaksi Sistem</b>
	1. Klik menu “Prediksi”	
		2. Menampilkan halaman “Prediksi” dan tabel Prediksi Harga Bawang Merah di Yogyakarta
<i>Alternate Course</i>	-	-

Tabel 4.4 Narasi *Use Case Login*

<i>Login</i>		
<b>Nama Use Case</b>	<i>Login</i>	
<b>ID Use Case</b>	3	
<b>Aktor</b>	Admin	
<b>Deskripsi</b>	<i>Use case</i> ini merupakan proses untuk melakukan <i>login</i> ke halaman <i>dashboard</i> admin	
<b>Kondisi Awal</b>	User berada di halaman awal	
<b>Kondisi Akhir</b>	User berada di halaman <i>dashboard</i>	
<i>Typical Course</i>	<b>Aksi Aktor</b>	<b>Reaksi Sistem</b>
	1. Klik tombol “Masuk”	

		2. Menampilkan form <i>login</i>
	3. Masukkan <i>username</i> dan <i>password</i> . Klik tombol “Masuk”	
		4. Memeriksa valid tidaknya data masukan
		5. Masuk ke halaman <i>Dashboard</i>
<i>Alternate Course</i>	1. Masukkan <i>username</i> dan <i>password</i> . Klik tombol “Masuk”	
		2. Memeriksa valid tidaknya data masukan
		3. Menampilkan pesan <i>login</i> tidak <i>valid</i>

Tabel 4.5 Narasi Use Case Memasukkan File

Memasukkan File	
<b>Nama Use Case</b>	Memasukkan File
<b>ID Use Case</b>	5
<b>Aktor</b>	Admin
<b>Deskripsi</b>	<i>Use case</i> ini merupakan proses memasukkan <i>dataset</i> dari file .xlsx ke dalam sistem
<b>Kondisi Awal</b>	User berada di halaman <i>dashboard</i>
<b>Kondisi Akhir</b>	User berada di halaman “Dataset” dan data harga bawang merah ditampilkan pada tabel

<i>Typical Course</i>	<b>Aksi Aktor</b>	<b>Reaksi Sistem</b>
	1. Mengklik tombol “Browse”	
		2. Menampilkan jendela untuk memilih <i>file</i>
	3. Memilih <i>file</i> bertipe .xlsx	
	4. Klik tombol “Upload”	
		5. Menampilkan halaman “Dataset” dan tabel Data Harga Bawang Merah dari <i>file</i> yang dipilih
<i>Alternate Course</i>	-	-

Tabel 4.6 Narasi *Use Case* Melihat Proses *Forecasting*

<b>Melihat Proses <i>Forecasting</i></b>		
<b>Nama Use Case</b>	Melihat Proses <i>Forecasting</i>	
<b>ID Use Case</b>	6	
<b>Aktor</b>	Admin	
<b>Deskripsi</b>	<i>Use case</i> ini merupakan proses untuk melihat bagaimana proses peramalan ( <i>forecasting</i> ) dikerjakan	
<b>Kondisi Awal</b>	User berada di halaman <i>dashboard</i>	
<b>Kondisi Akhir</b>	User melihat proses <i>forecasting</i>	
<i>Typical Course</i>	<b>Aksi Aktor</b>	<b>Reaksi Sistem</b>
	1. Klik menu “Proses Prediksi”	

		<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Menampilkan halaman “Proses Prediksi”</li> <li>3. Menampilkan langkah-langkah perhitungan <i>forecasting</i></li> </ol>
<i>Alternate Course</i>	-	-

Tabel 4.7 Narasi Use Case Logout

<b>Logout</b>		
<b>Nama Use Case</b>	<i>Logout</i>	
<b>ID Use Case</b>	4	
<b>Aktor</b>	Admin	
<b>Deskripsi</b>	<i>Use case</i> ini merupakan proses untuk melakukan <i>logout</i> admin.	
<b>Kondisi Awal</b>	User berada di halaman <i>dashboard</i>	
<b>Kondisi Akhir</b>	User berada di halaman awal	
<b>Typical Course</b>	<b>Aksi Aktor</b> 1. Klik tombol “Keluar”	<b>Reaksi Sistem</b> 2. Melakukan <i>logout</i> 3. Menampilkan halaman awal
<i>Alternate Course</i>	-	-

## 4.6 Perancangan Algoritma Metode

Terlebih dahulu lakukan inisialisasi untuk variabel  $periode = 12$  (jumlah bulan dalam 1 tahun),  $alpha$ ,  $beta$ , dan  $gamma$ , serta variabel hargaBawang bertipe *arraylist* yang berisi data-data harga bawang.

### 4.6.1 *Method nilaiAwal\_L()*

- Inisialisasi variabel  $sum$  bertipe *double*
- Lakukan perulangan sebanyak  $periode$  dengan  $i$  dimulai dari 0
  - $sum = sum +$  harga bawang indeks ke- $i$
- Return nilai  $sum : periode$

### 4.6.2 *Method nilaiAwal\_b()*

- Inisialisasi variabel  $sum$  bertipe *double*
- Lakukan perulangan sebanyak  $periode$  dengan  $i$  dimulai dari 0
  - $sum = sum +$  harga bawang indeks ke  $(i + periode)$  dikurang harga bawang indeks ke- $i$
- Return nilai  $sum : periode$  kuadrat

### 4.6.3 *Method nilaiAwal\_S()*

- Inisialisasi variabel  $Ls$  sama dengan *nilaiAwal\_L()* bertipe *double*
- Lakukan perulangan sebanyak  $periode$  dengan  $i$  dimulai dari 0
  - $S =$  harga bawang indeks ke- $i$  dikurang dengan nilai  $Ls$
  - tambahkan  $S$  pada objek *arraylist Sx*.

### 4.6.4 *Method hitung()*

- Inisialisasi variabel  $Ls$  sama dengan *nilaiAwal\_L()* dan variabel  $bs$  sama dengan *nilaiAwal\_b()* bertipe *double*
- Lakukan perulangan sebanyak jumlah data bawang dikurang 2 kali nilai  $periode$  dengan  $i$  dimulai dari 0
  - Cek jika  $i$  sama dengan 0 maka hitung  $Lt = alpha \times (\text{harga bawang indeks ke-}periode \text{ dikurang nilai awal } S \text{ indeks ke-}i)$  ditambah  $(1 - alpha) \times (\text{nilai awal } L + \text{nilai awal } b)$ .

Tambahkan  $Lt$  pada objek *arraylist level*. Lalu hitung  $bt = beta \times (level$  indeks ke- $i$  dikurang nilai awal  $L$ ) ditambah  $(1 - beta)$

dikali nilai awal  $b$ . Tambahkan  $bt$  pada objek *arraylist trend*.

- Jika  $i$  tidak sama dengan 0 maka hitung  $Lt = alpha \times (\text{harga indeks ke } (i + periode) \text{ dikurang nilai pemulusan } season)$  ditambah  $(1 - alpha)$  dikali  $(level + trend$  indeks ke  $(i - 1))$ .

Tambahkan  $Lt$  pada objek *arraylist level*. Lalu hitung  $bt = beta \times (level$  indeks ke- $i$  dikurang  $level$  indeks ke  $(i - 1))$  ditambah  $(1 - beta)$  dikali  $trend$  indeks ke  $(i - 1)$ . Tambahkan  $bt$  pada objek *arraylist trend*.

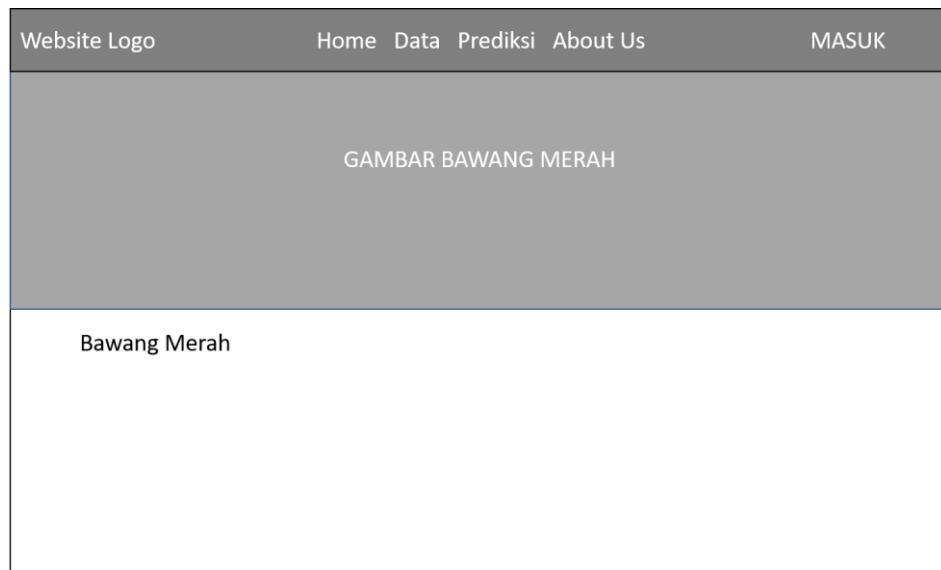
- Hitung nilai  $St = gamma \times (\text{harga indeks ke } (i + periode) \text{ dikurang } level \text{ indeks ke-}i)$  ditambah  $(1 - gamma)$  dikali nilai pemulusan  $season$ , kemudian tambahkan  $St$  pada objek *arraylist season*.

#### 4.6.5 Method hitung\_Fm()

- Inisialisasi variabel  $F$  bertipe *double*
- Lakukan perulangan sebanyak  $(periode + 1)$  kali dengan  $i$  dimulai dari 1
  - Buat objek kelas *Forecast\_m*
  - Hitung  $F = level$  indeks terakhir + ( $trend$  indeks terakhir  $\times i$ ) +  $season$  indeks ke (terakhir +  $i - periode$ )
  - Tambahkan hasil perhitungan ke objek *arraylist Forecast\_m*

#### 4.7 Perancangan Antarmuka

##### 1. Halaman Awal



Gambar 4.3 Desain Halaman Awal

##### 2. Halaman Data

A screenshot of a data page. At the top, there is a dark navigation bar with the text "Website Logo", "Home Data Prediksi About Us", and "MASUK". Below this is a white rectangular area containing the text "Data Harga Bawang Merah". To the right of this text is a search bar with the placeholder "Search". Below the search bar is a table with four columns: "No", "Tahun", "Bulan", and "Harga". The table has 10 rows, all of which are currently empty.

No	Tahun	Bulan	Harga

Gambar 4.4 Desain Halaman Data

### **3. Halaman Prediksi**

Gambar 4.5 Desain Halaman Prediksi

#### **4. Halaman *About Us***

Website Logo Home Data Prediksi About Us MASUK

Gambar 4.6 Desain Halaman *About Us*

### 5. *Login* untuk Admin

Website Logo Home Data Prediksi About Us MASUK

Masuk sebagai Admin

Username

Kata Sandi

Batal Masuk

Copyright

Gambar 4.7 Desain *Login* untuk Admin

### 6. Halaman *Dashboard*

Website Logo Keluar

Dashboard

Dataset

Proses Prediksi

Grafik

Selamat Datang, Admin!

Upload Data

Browse

Upload

Gambar 4.8 Desain Halaman *Dashboard*

## 7. Halaman *Dashboard*: Dataset

The screenshot shows a dark-themed dashboard with a sidebar on the left containing links: Website Logo, Dashboard, **Dataset**, Proses Prediksi, and Grafik. The main area is titled 'Dataset' and contains a sub-section titled 'Harga Bawang Merah'. It features a search bar labeled 'Search:' and a table with columns: No, Tahun, Bulan, and Harga. The table has 10 rows.

No	Tahun	Bulan	Harga
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Gambar 4.9 Desain Halaman *Dashboard*: Data

## 8. Halaman *Dashboard*: Proses Prediksi

The screenshot shows a dark-themed dashboard with a sidebar on the left containing links: Website Logo, Dashboard, Dataset, **Proses Prediksi**, and Grafik. The main area is titled 'Proses Prediksi' and contains a sub-section titled 'Perhitungan'. It features a search bar labeled 'Search:' and a table with columns: No, Tahun, Bulan, Harga, Lt, bt, St, and Ft. The table has 10 rows.

No	Tahun	Bulan	Harga	Lt	bt	St	Ft
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

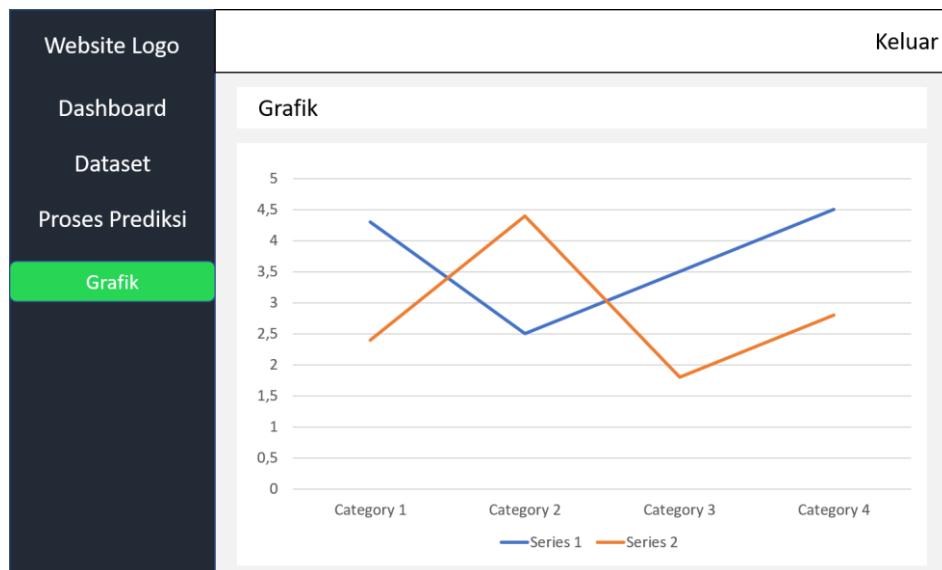
Gambar 4.10 Desain Halaman *Dashboard*: Proses Prediksi - Perhitungan

Website Logo	Keluar
Dashboard	Hasil Forecasting
Dataset	
Proses Prediksi	
Grafik	

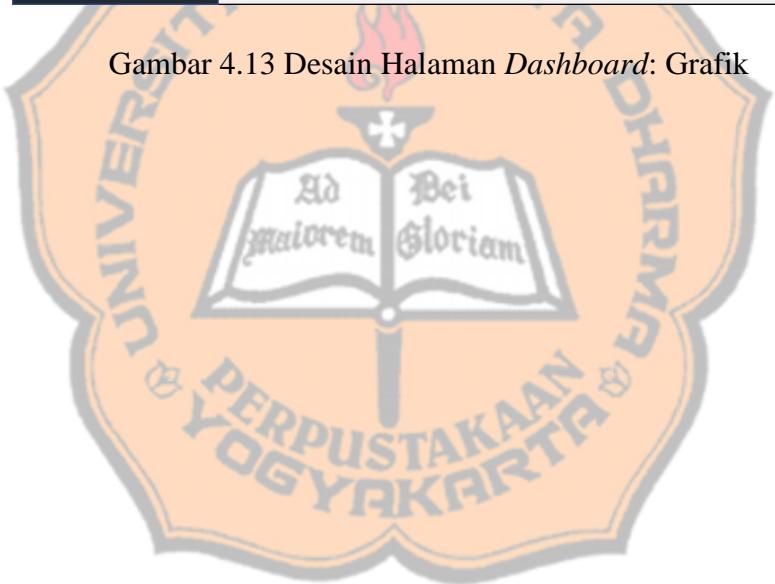
Gambar 4.11 Desain Halaman *Dashboard*: Proses Prediksi – Hasil

Gambar 4.12 Desain Halaman *Dashboard*:  
Proses Prediksi – Uji Akurasi

## 9. Halaman *Dashboard*: Grafik



Gambar 4.13 Desain Halaman *Dashboard*: Grafik



## BAB V

### IMPLEMENTASI DAN ANALISIS HASIL

#### 5.1 Implementasi Metode

Inisialisasi variabel alpha, beta, gamma, dan periode.

```
public double alpha = 0.520;
public double beta = 0.065;
public double gamma = 0.229;
public int periode = 12;
```

Gambar 5.1 *Listing Program Inisialisasi Variabel Alpha, Beta, Gamma, dan Periode*

##### 5.1.1. Metode Nilai Awal L

Berikut ini merupakan implementasi metode untuk mencari nilai awal pemulusan *level*.

```
public double nilaiAwal_L() {
    double sum = 0;
    for (int i = 0; i < periode; i++) {
        sum += hargaBawang.get(i).getHarga();
    }
    return sum / periode;
}
```

Gambar 5.2 *Listing Program nilaiAwal\_L*

##### 5.1.2. Metode Nilai Awal b

Berikut ini merupakan implementasi metode untuk mencari nilai awal pemulusan *trend*.

```
public double nilaiAwal_b() {
    double sum = 0;
    for (int i = 0; i < periode; i++) {
        sum += hargaBawang.get(i + periode).getHarga() - hargaBawang.get(i).getHarga();
    }
    return sum / (periode * periode);
}
```

Gambar 5.3 *Listing Program nilaiAwal\_b*

### 5.1.3. Metode Nilai Awal S

Berikut ini merupakan implementasi metode untuk mencari nilai awal pemulusan *season*.

```
public void nilaiAwal_S() {
    double Ls = nilaiAwal_L();
    for (int i = 0; i < periode; i++) {
        S = hargaBawang.get(i).getHarga() - Ls;
        Sx.add(S);
    }
}
```

Gambar 5.4 Listing Program *nilaiAwal\_S*

### 5.1.4. Metode Hitung *Holt-Winters' Additive*

Berikut ini merupakan implementasi metode untuk melakukan perhitungan metode *Holt-Winters' Additive*.

```
public void hitung() {
    double Ls = nilaiAwal_L();
    double bs = nilaiAwal_b();

    for (int i = 0; i < hargaBawang.size() - (2 * periode); i++) {

        if (i < periode) {
            if (i == 0) {
                hitung lt
                Lt = alpha * (hargaBawang.get(periode).getHarga() - Sx.get(i))
                    + (1 - alpha) * (Ls + bs);
                level.add(Lt);
                hitung bt
                bt = beta * (level.get(i) - Ls) + (1 - beta) * bs;
                trend.add(bt);
            } else {
                hitung lt
                Lt = alpha * (hargaBawang.get(i + periode).getHarga() - Sx.get(i))
                    + (1 - alpha) * (level.get(i - 1) + trend.get(i - 1));
                level.add(Lt);
                hitung bt
                bt = beta * (level.get(i) - level.get(i - 1)) + (1 - beta)
                    * trend.get(i - 1);
                trend.add(bt);
            }
            hitung St
            St = gamma * (hargaBawang.get(i + periode).getHarga() - level.get(i))
                + (1 - gamma) * Sx.get(i);
            season.add(St);
        }
    }
}
```

```

    } else { //jika lebih dari 12
        hitung lt
        Lt = alpha * (hargaBawang.get(i + periode).getHarga() - season.get(i - periode))
            + (1 - alpha) * (level.get(i - 1) + trend.get(i - 1));
        level.add(Lt);
        hitung bt
        bt = beta * (level.get(i) - level.get(i - 1)) + (1 - beta)
            * trend.get(i - 1);
        trend.add(bt);
        hitung St
        St = gamma * (hargaBawang.get(i + periode).getHarga() - level.get(i))
            + (1 - gamma) * season.get(i - periode);
        season.add(St);
    }
}

```

Gambar 5.5 Listing Program hitung

### 5.1.5. Metode Hitung Peramalan

Berikut ini merupakan implementasi metode untuk mencari nilai peramalan (*forecasting*).

```

public void hitung_Fm() {
    double F = 0;
    Forecast_m.removeAll(Forecast_m);
    for (int i = 1; i < 13; i++) {
        Forecast_m fc = new Forecast_m();
        F = level.get(level.size() - 1) + (trend.get(trend.size() - 1) * i)
            + season.get(i + (season.size() - 1) - periode);
        fc.setFm(F);
        Forecast_m.add(fc);
    }
}

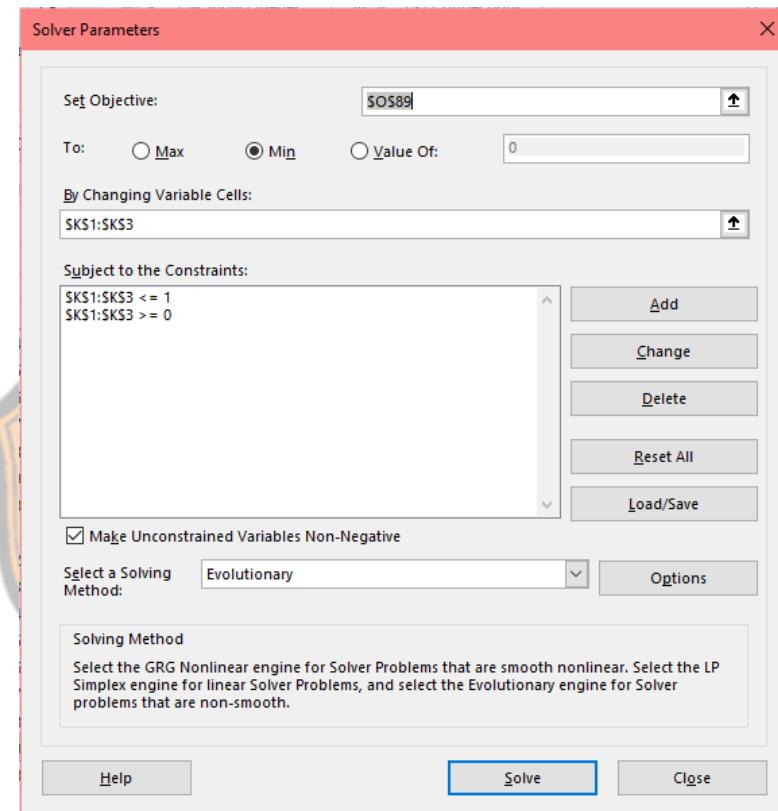
```

Gambar 5.6 Listing Program hitung\_Fm

## 5.2 Mencari Nilai *Alpha*, *Beta*, dan *Gamma* dengan *Solver*

Fitur *Solver* yang ada di *Microsoft Excel* digunakan dalam penelitian ini untuk mencari nilai  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$  yang optimal sehingga menghasilkan nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) yang paling kecil.

Gambar 5.7 menunjukkan implementasi fitur *Solver* dalam penelitian ini.



Gambar 5.7 Implementasi Fitur *Solver* di *Microsoft Excel*

Kotak *Set Objective* diisi dengan sel O89 yaitu sel perhitungan rumus MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Menu *To:*, yang dipilih adalah *Min* karena nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) yang diinginkan adalah yang terkecil (MAPE yang semakin kecil adalah semakin baik). Di kotak *By Changing Variable Cells*, diisi dengan sel K1, K2, dan K3 (dalam *Microsoft Excel* ditulis dengan K1:K3), yaitu sel untuk nilai *alpha*, *beta*, dan *gamma*. Kemudian untuk *Subject to the Constraints* diisi dengan batasan (*constraint*) dimana nilai dari *alpha*, *beta*, dan *gamma* harus antara 0 sampai dengan 1.

Pada menu **Select a Solving Method** dipilih metode *Evolutionary* karena setelah diujicobakan dengan dua metode lainnya, metode *Evolutionary* ini menghasilkan nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) yang paling kecil.

Dari fitur *Solver* ini diperoleh nilai *alpha* sebesar 0.520, *beta* sebesar 0.065, dan *gamma* sebesar 0.229, serta memperoleh nilai MAPE sebesar 10.159%.

### 5.3 Implementasi Antarmuka

- Halaman Awal

Halaman ini dapat diakses oleh pengguna umum dan admin. Di halaman awal terdapat menu *Home*, *Data*, *Prediksi*, *About Us*, dan tombol *Masuk* untuk admin.



Gambar 5.8 Halaman Awal

- Halaman Home

Halaman ini berisi tentang penjelasan Bawang Merah

The screenshot shows the homepage of the Holt-Winters website. At the top, there is a navigation bar with links for HOME, DATA, PREDIKSI, ABOUT US, and a green 'Masuk' button. The main content area has a title 'Bawang Merah'. Below the title is a paragraph of text about the history and characteristics of red onions. Another paragraph discusses their production requirements. A watermark of the Universitas Diponegoro logo is visible across the page.

Bawang merah telah dikenal dan digunakan orang sejak beberapa ribu tahun yang lalu. Dalam peninggalan sejarah, ditemukan banyak bukti yang menceritakan tentang khasiat dan kehebatan tanaman ini. Tanaman bawang merah diduga berasal dari daerah Asia Tengah, yaitu di deretan daerah sekitar India, Pakistan, sampai Palestina. Penyebaran bawang merah meluas hampir ke setiap negara. Oleh karena itu, bawang merah memiliki sebutan yang berbeda di tiap negara. Di kalangan internasional, bawang merah diberi nama *shallot*. Namun, untuk kepentingan ilmiah, nama bawang merah adalah *Allium cepa var. ascalonicum* atau *Allium ascalonicum*.

Bawang merah merupakan tanaman yang satu marga dengan tanaman bawang daun, bawang bombay, dan bawang putih yang termasuk dalam famili *Liliaceae*. Famili *Liliaceae* mempunyai ciri berumbi lapis, berakar serabut, dan bentuk daun silindris. Umbi lapis tersebut berasal dari pangkal daun yang bersatu dan membentuk batang-batang semu serta berubah bentuk dan fungsinya. Spesies bawang merah yang banyak ditanam di Indonesia ada 2 macam, yaitu bawang merah biasa atau shallot dan bawang merah sebenarnya atau disebut bawang Bombay.

Tanaman bawang merah dapat berproduksi dengan baik di daerah dataran rendah sampai dengan dataran tinggi, yaitu pada ketinggian kurang lebih 1.100 meter di atas permukaan laut (dpl). Namun, ketinggian ideal yang memungkinkan bawang merah untuk berproduksi secara

Gambar 5.9 Halaman Home

- Halaman Data

Halaman Data akan menampilkan tabel harga bawang merah di Yogyakarta pada bulan Januari 2012 sampai Desember 2017.

The screenshot shows the 'DATA' page of the Holt-Winters website. The page features a header with links for HOME, DATA, PREDIKSI, ABOUT US, and a green 'Masuk' button. Below the header is a title 'Data Harga Bawang Merah'. A table displays monthly onion prices from January 2012 to December 2017. The table includes columns for No, Tahun, Bulan, and Harga (Rp).

No	Tahun	Bulan	Harga (Rp)
1	2012	Jan	8451.0
2	2012	Feb	9669.0
3	2012	Mar	11119.0
4	2012	Apr	11248.0
5	2012	Mei	13453.0
6	2012	Jun	14804.0
7	2012	Jul	9987.0
8	2012	Agu	8245.0
9	2012	Sept	7786.0
10	2012	Okt	7907.0
11	2012	Nov	11254.0

Gambar 5.10 Halaman Data

- Halaman Prediksi

Halaman Prediksi menampilkan prediksi harga bawang merah pada tahun 2018. Prediksi harga ini merupakan hasil perhitungan dengan menggunakan metode *Holt-Winters' Additive*.



The screenshot shows a web application interface for predicting red onion prices. At the top, there is a navigation bar with links for HOME, DATA, PREDIKSI (which is underlined in green), ABOUT US, and a login button labeled 'Masuk'. Below the navigation bar, the title 'Prediksi Harga Bawang Merah' is displayed in green. A table follows, showing price predictions for each month of 2018:

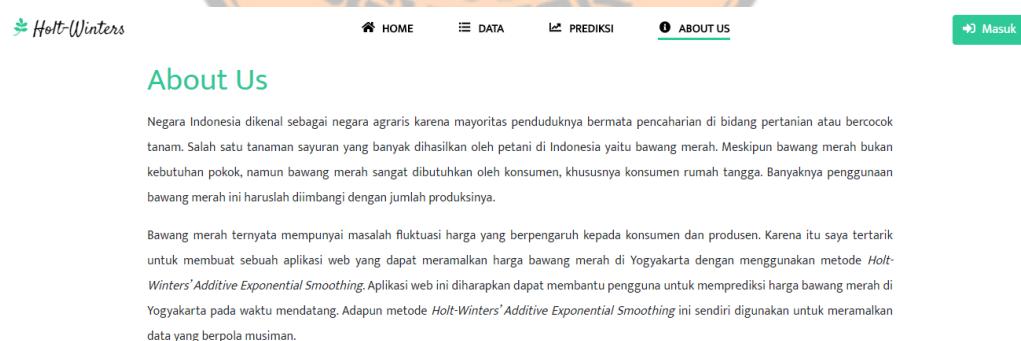
No	Tahun	Bulan	Harga (Rp)
1	2018	Jan	18966.007
2	2018	Feb	18453.369
3	2018	Mar	23941.230
4	2018	Apr	19320.981
5	2018	Mei	19487.739
6	2018	Jun	19853.102
7	2018	Jul	19325.419
8	2018	Agu	14900.907
9	2018	Sept	12497.528
10	2018	Okt	11867.351
11	2018	Nov	16095.339
12	2018	Des	16927.976

Below the table, a green footer note states 'Percentase Kesalahan: 10.159%'. The background of the page features a watermark of a shield with the text 'PERAMALAN HARGA BAWANG MERAH'.

Gambar 5.11 Halaman Prediksi

- Halaman About Us

Halaman *About Us* menampilkan informasi tentang latar belakang dari Aplikasi web Peramalan Harga Bawang Merah di Yogyakarta menggunakan metode *Holt-Winters' Exponential Smoothing*.



The screenshot shows the 'About Us' page of the web application. At the top, there is a navigation bar with links for HOME, DATA, PREDIKSI (underlined in green), ABOUT US, and a login button labeled 'Masuk'. Below the navigation bar, the title 'About Us' is displayed in green. The page contains two paragraphs of text:

Negara Indonesia dikenal sebagai negara agraris karena mayoritas penduduknya bermata pencarian di bidang pertanian atau bercocok tanam. Salah satu tanaman sayuran yang banyak dihasilkan oleh petani di Indonesia yaitu bawang merah. Meskipun bawang merah bukan kebutuhan pokok, namun bawang merah sangat dibutuhkan oleh konsumen, khususnya konsumen rumah tangga. Banyaknya penggunaan bawang merah ini haruslah diimbangi dengan jumlah produksinya.

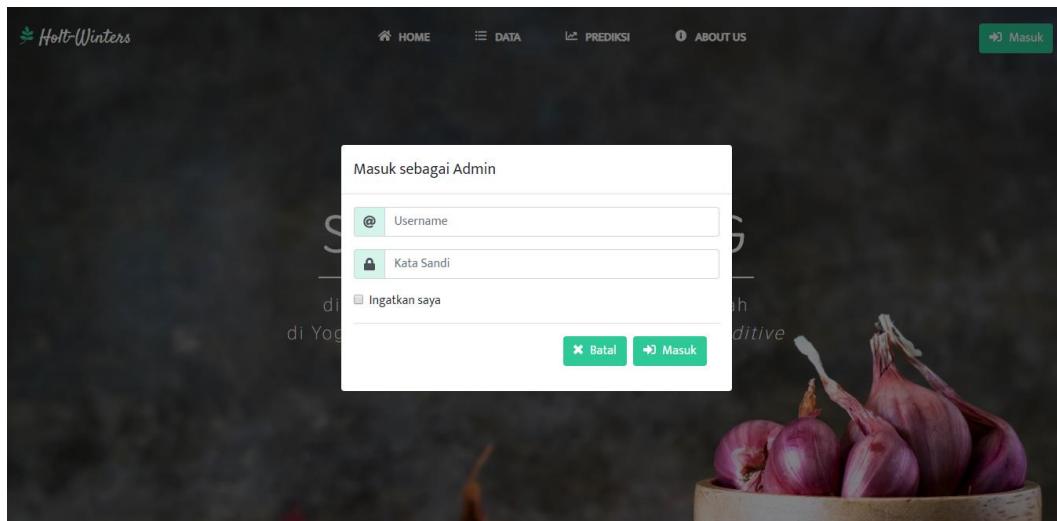
Bawang merah ternyata mempunyai masalah fluktusi harga yang berpengaruh kepada konsumen dan produsen. Karena itu saya tertarik untuk membuat sebuah aplikasi web yang dapat meramalkan harga bawang merah di Yogyakarta dengan menggunakan metode *Holt-Winters' Additive Exponential Smoothing*. Aplikasi web ini diharapkan dapat membantu pengguna untuk memprediksi harga bawang merah di Yogyakarta pada waktu mendatang. Adapun metode *Holt-Winters' Additive Exponential Smoothing* ini sendiri digunakan untuk meramalkan data yang berpola musiman.

© Copyright Prediksi Harga Bawang Merah. All Rights Reserved  
Designed by Yesy Mayang Sari

Gambar 5.12 Halaman About Us

- *Login* untuk admin

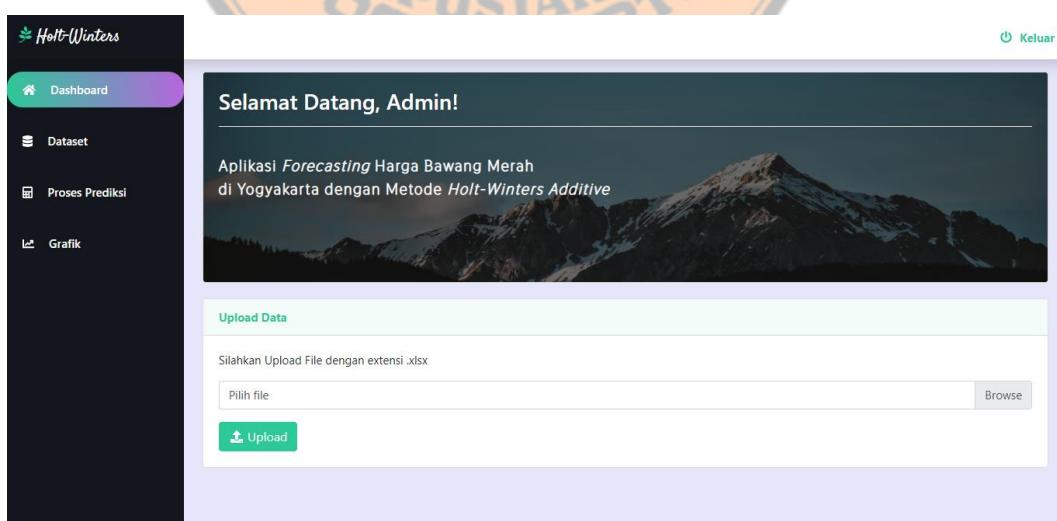
Tampilan *login* untuk masuk sebagai Admin.



Gambar 5.13 Tampilan *Login* untuk admin

- Halaman *Dashboard*

Halaman *dashboard* hanya bisa diakses oleh administrator. Admin dapat mengunggah file excel yang berisi data harga bawang merah di Yogyakarta pada halaman ini.



Gambar 5.14 Halaman *Dashboard*

- Halaman *Dashboard*: Dataset

Apabila file berhasil diunggah, data harga bawang merah akan ditampilkan dalam tabel pada halaman Dataset.

The screenshot shows a dashboard titled 'Holt-Winters'. The left sidebar has links for 'Dashboard', 'Dataset' (which is highlighted in purple), 'Proses Prediksi', and 'Grafik'. The main content area is titled 'Dataset' and contains a table for 'Harga Bawang Merah'. The table has columns: No, Tahun, Bulan, and Harga (Rp). The data shows the following entries:

No	Tahun	Bulan	Harga (Rp)
1	2012	Jan	8451.0
2	2012	Feb	9669.0
3	2012	Mar	11119.0
4	2012	Apr	11248.0
5	2012	Mei	13453.0
6	2012	Jun	14804.0

At the bottom, it says 'Showing 1 to 6 of 72 entries' and has a navigation bar with buttons for 'Previous', '1', '2', '3', '4', '5', '...', '12', and 'Next'.

Gambar 5.15 Halaman *Dashboard*: Dataset

- Halaman *Dashboard*: Proses Prediksi

Admin dapat melihat proses prediksi harga bawang merah dengan menggunakan metode *Holt-Winters' Additive* pada halaman Proses Prediksi.

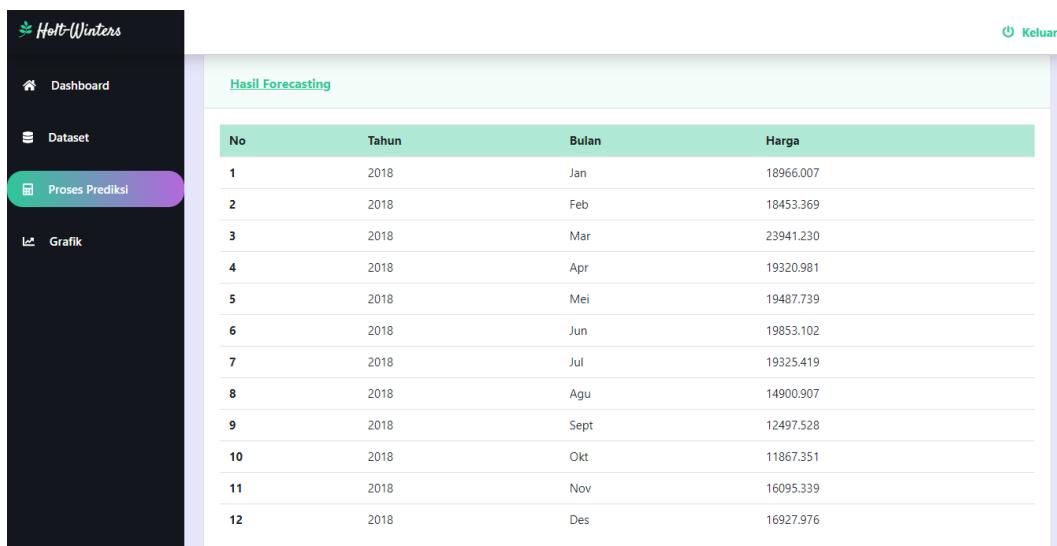
The screenshot shows a dashboard titled 'Holt-Winters'. The left sidebar has links for 'Dashboard', 'Dataset', 'Proses Prediksi' (which is highlighted in purple), and 'Grafik'. The main content area is titled 'Proses Prediksi' and contains a table for 'Perhitungan'. The table has columns: No, Tahun, Bulan, Harga, Lt, bt, St. The data shows the following entries:

No	Tahun	Bulan	Harga	Lt	bt	St
13	2013	Jan	15083.0	14692.730	1602.520	-1536.153
14	2013	Feb	18593.0	17953.053	1710.277	-539.899
15	2013	Mar	38693.0	29267.732	2334.563	2589.889
16	2013	Apr	34974.0	32997.475	2425.250	983.586
17	2013	Mei	26069.0	29054.081	2011.288	1547.433
18	2013	Jun	23351.0	24846.670	1607.073	2930.129

At the bottom, it says 'Showing 13 to 18 of 72 entries' and has a navigation bar with buttons for 'Previous', '1', '2', '3', '4', '5', '...', '12', and 'Next'.

Gambar 5.16 Halaman *Dashboard*: Proses Prediksi - Perhitungan

Data harga bawang merah akan dihitung, kemudian menampilkan hasil *forecasting* pada 1 tahun mendatang.

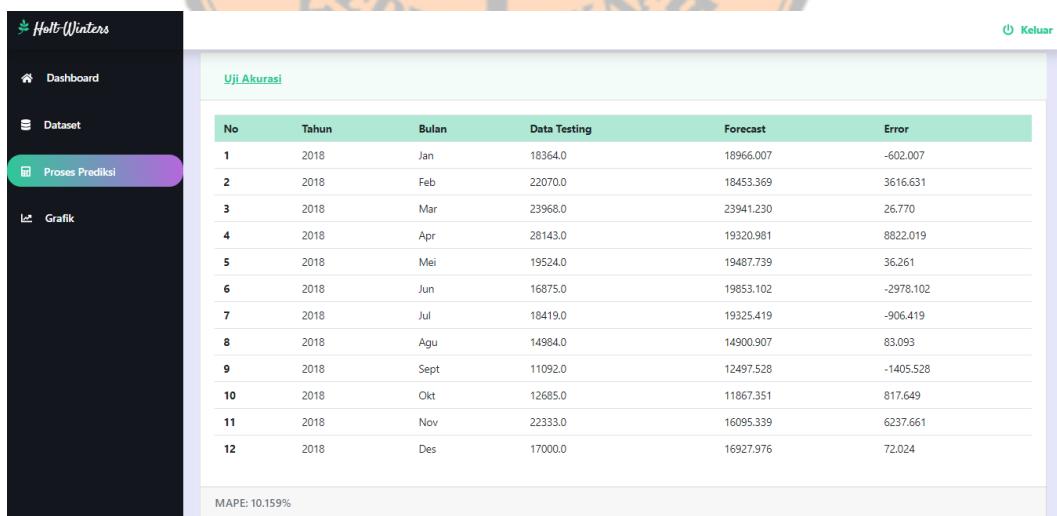


The screenshot shows a dark-themed dashboard for the Holt-Winters model. On the left sidebar, there are four menu items: 'Dashboard' (disabled), 'Dataset' (disabled), 'Proses Prediksi' (highlighted in green), and 'Grafik'. The main content area is titled 'Hasil Forecasting' and contains a table with 12 rows of data. The columns are labeled 'No', 'Tahun', 'Bulan', and 'Harga'. The data shows monthly prices for the year 2018.

No	Tahun	Bulan	Harga
1	2018	Jan	18966.007
2	2018	Feb	18453.369
3	2018	Mar	23941.230
4	2018	Apr	19320.981
5	2018	Mei	19487.739
6	2018	Jun	19853.102
7	2018	Jul	19325.419
8	2018	Agu	14900.907
9	2018	Sept	12497.528
10	2018	Okt	11867.351
11	2018	Nov	16095.339
12	2018	Des	16927.976

Gambar 5.17 Halaman Dashboard: Proses Prediksi – Hasil Forecasting

Sistem juga akan menghitung uji akurasi, yaitu dengan membandingkan hasil *forecasting* dengan *data testing* dan menampilkan nilai *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* yang diperoleh.



The screenshot shows the same dark-themed dashboard as the previous one. The sidebar menu is identical. The main content area is titled 'Uji Akurasi' and contains a table with 12 rows of data. The columns are labeled 'No', 'Tahun', 'Bulan', 'Data Testing', 'Forecast', and 'Error'. Below the table, a message indicates a MAPE value of 10.159%.

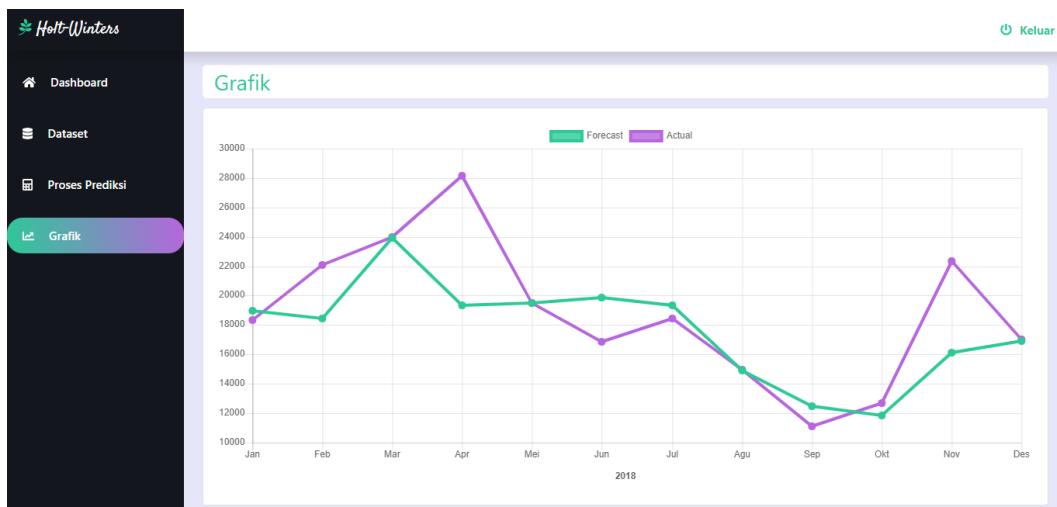
No	Tahun	Bulan	Data Testing	Forecast	Error
1	2018	Jan	18364.0	18966.007	-602.007
2	2018	Feb	22070.0	18453.369	3616.631
3	2018	Mar	23968.0	23941.230	26.770
4	2018	Apr	28143.0	19320.981	8822.019
5	2018	Mei	19524.0	19487.739	36.261
6	2018	Jun	16875.0	19853.102	-2978.102
7	2018	Jul	18419.0	19325.419	-906.419
8	2018	Agu	14984.0	14900.907	83.093
9	2018	Sept	11092.0	12497.528	-1405.528
10	2018	Okt	12685.0	11867.351	817.649
11	2018	Nov	22333.0	16095.339	6237.661
12	2018	Des	17000.0	16927.976	72.024

MAPE: 10.159%

Gambar 5.18 Halaman Dashboard: Proses Prediksi – Uji Akurasi

- Halaman *Dashboard*: Grafik

Halaman ini menampilkan perbandingan data harga aktual dengan data *forecast* secara visual dalam bentuk *line chart*. Garis warna ungu adalah harga aktual, sedangkan garis warna hijau adalah harga *forecast*.



Gambar 5.19 Halaman *Dashboard*: Grafik

## 5.4 Pengujian

Pengujian sistem dilakukan dengan mencocokkan hasil perhitungan sistem dengan perhitungan manual. Jika hasil perhitungan sistem sama dengan hasil perhitungan manual, maka sistem telah berhasil diimplementasikan dengan benar.

### 5.1.1. Perhitungan Manual

Perhitungan secara manual dilakukan dengan menggunakan *Microsoft Excel*. Data yang digunakan adalah data harga bawang merah di Yogyakarta pada bulan Januari 2012 sampai dengan Desember 2018. Perhitungan manual dijelaskan pada halaman Lampiran.

### 5.1.2. Perhitungan Sistem

Proses perhitungan sistem menggunakan data harga bawang merah di Yogyakarta pada bulan Januari 2012 sampai dengan Desember 2018.

<b>Uji Akurasi</b>					
No	Tahun	Bulan	Data Testing	Forecast	Error
1	2018	Jan	18364.0	18966.007	-602.007
2	2018	Feb	22070.0	18453.369	3616.631
3	2018	Mar	23968.0	23941.230	26.770
4	2018	Apr	28143.0	19320.981	8822.019
5	2018	Mei	19524.0	19487.739	36.261
6	2018	Jun	16875.0	19853.102	-2978.102
7	2018	Jul	18419.0	19325.419	-906.419
8	2018	Agu	14984.0	14900.907	83.093
9	2018	Sept	11092.0	12497.528	-1405.528
10	2018	Okt	12685.0	11867.351	817.649
11	2018	Nov	22333.0	16095.339	6237.661
12	2018	Des	17000.0	16927.976	72.024

MAPE: 10.159%

Gambar 5.20 Perhitungan Sistem

Perhitungan oleh sistem menghasilkan nilai *forecast* seperti pada Gambar 5.11 dan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 10,159%.

## 5.5 Peramalan Harga Bawang Merah di Yogyakarta Tahun 2020

Peramalan (*forecasting*) dapat dilakukan tanpa melakukan perhitungan uji akurasi. Gambar 5.20 adalah hasil *forecasting* harga bawang merah di Yogyakarta pada tahun 2020 yang telah dijalankan pada program. Peramalan ini menggunakan data harga bawang merah di Yogyakarta tahun 2012 sampai dengan 2019.

<b>Hasil Forecasting</b>			
No	Tahun	Bulan	Harga
1	2020	Jan	22179.612
2	2020	Feb	21667.066
3	2020	Mar	26392.486
4	2020	Apr	24406.688
5	2020	Mei	21461.879
6	2020	Jun	22030.395
7	2020	Jul	23239.448
8	2020	Agu	19119.995
9	2020	Sept	16484.025
10	2020	Okt	17451.740
11	2020	Nov	22211.405
12	2020	Des	21443.889

Gambar 5.21 Hasil *Forecasting* Harga Bawang Merah Tahun 2020

## 5.6 Analisis Hasil

Prediksi harga bawang merah di Yogyakarta menggunakan metode *Holt-Winters' Additive* dengan menggunakan data harga bawang merah di Yogyakarta pada bulan Januari 2012 sampai dengan Desember 2018 menghasilkan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 10,159% dimana nilai  $\alpha = 0,520$ ;  $\beta = 0,065$ ; dan  $\gamma = 0,229$ .

Hasil perhitungan pada sistem sudah dicocokkan dengan hasil perhitungan manual dan menghasilkan nilai yang sama. Dengan begitu dapat disimpulkan bahwa perangkat lunak sudah berjalan dengan benar dan sesuai hasil yang diharapkan.

## BAB VI PENUTUP

### 6.1 Kesimpulan

Hasil penelitian penerapan metode *Holt-Winters' Additive Exponential Smoothing* untuk peramalan harga bawang merah di Yogyakarta ini memperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode *Holt-Winters' Additive Exponential Smoothing* digunakan untuk peramalan data *time series* dengan pola *trend* dan musiman. Namun, metode ini dapat diterapkan untuk meramalkan harga bawang merah di Yogyakarta yang memiliki pola *trend* meningkat yang berfluktuatif dan tidak musiman.
2. Aplikasi web untuk meramalkan harga bawang merah di Yogyakarta dengan menggunakan metode *Holt-Winters' Additive Exponential Smoothing* sudah berhasil dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman *JSP*.
3. Nilai *alpha*, *beta*, dan *gamma* yang paling optimal dalam peramalan harga bawang merah di Yogyakarta menggunakan metode *Holt-Winters' Additive Exponential Smoothing* yaitu  $\alpha = 0,520$ ;  $\beta = 0,065$ ; dan  $\gamma = 0,229$  serta memperoleh nilai MAPE sebesar 10,159%.

### 6.2 Saran

Saran untuk pengembangan penelitian penerapan metode *Holt-Winters' Additive Exponential Smoothing* untuk peramalan harga bawang merah di Yogyakarta adalah perangkat lunak dapat mencari nilai yang optimal untuk variabel *alpha*, *beta*, dan *gamma*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Kadir, Abdul. 2004. *Dasar Pemrograman Web Dinamis dengan JSP (Java Server Pages)*. Yogyakarta: ANDI
- Makridakis, Spyros. Steven C. Wheelwright, dan Rob J. Hyndman. 1998. *Forecasting: Method and Applications – 3<sup>rd</sup> ed.* United States of America: John Wiley and Sons
- Makridakis, Spyros. Steven C. Wheelwright, dan Victor E. McGee. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jakarta: Erlangga
- Rahayu, Estu dan Nur Berlian VA. 2004. *Bawang Merah*. Jakarta: Penebar Swadaya
- S., Rosa A. dan M. Shalahuddin. 2018. *Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek*. Bandung: INFORMATIKA
- Santoso, Singgih. 2009. *Business Forecasting: Metode Peramalan Bisnis Masa Kini dengan MINITAB dan SPSS*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo
- Utami, Feri Hari dan Asnawati. 2015. *Rekayasa Perangkat Lunak*. Yogyakarta: Deepublish

## LAMPIRAN

Perhitungan manual berikut menggunakan *dataset* yang sama seperti yang digunakan dalam perhitungan sistem, yaitu data harga bawang merah di Yogyakarta pada bulan Januari 2012 sampai Desember 2018. *Data training* menggunakan data harga bawang merah pada tahun 2012-2017. Sedangkan data pada tahun 2018 digunakan sebagai *data testing*.

Tabel 6.1 Tabel *Data Training*

Tahun	Bulan	Harga (Rp)	Tahun	Bulan	Harga (Rp)
2012	Jan	8451	2015	Jan	16539
	Feb	9669		Feb	15140
	Mar	11119		Mar	23939
	Apr	11248		Apr	24778
	Mei	13453		Mei	27930
	Jun	14804		Jun	25571
	Jul	9987		Jul	17965
	Agu	8245		Agu	13983
	Sept	7786		Sept	14222
	Okt	7907		Okt	15992
	Nov	11254		Nov	15508
	Des	12789		Des	25417
2013	Jan	15083	2016	Jan	25367
	Feb	18593		Feb	21583
	Mar	38693		Mar	35555
	Apr	34974		Apr	36064
	Mei	26069		Mei	35300
	Jun	23351		Jun	30288
	Jul	40725		Jul	36771
	Agu	40922		Agu	32182
	Sept	20929		Sept	33968
	Okt	19342		Okt	27476
	Nov	26058		Nov	40015
	Des	27400		Des	32217
2014	Jan	20433	2017	Jan	31429
	Feb	17083		Feb	34070
	Mar	38693		Mar	33394
	Apr	16133		Apr	26412
	Mei	16130		Mei	25466
	Jun	19968		Jun	26467
	Jul	19500		Jul	31825
	Agu	16166		Agu	22879
	Sept	12803		Sept	20259
	Okt	14493		Okt	18227
	Nov	13933		Nov	22212
	Des	16746		Des	20241

Tabel 6.2 Tabel *Data Testing*

Tahun	Bulan	Harga (Rp)
2018	Jan	18364
2018	Feb	22070
2018	Mar	23968
2018	Apr	28143
2018	Mei	19524
2018	Jun	16875
2018	Jul	18419
2018	Agu	14984
2018	Sept	11092
2018	Okt	12685
2018	Nov	22333
2018	Des	17000

- A. Perhitungan nilai awal untuk pemulusan  $L_s$ , trend  $b_s$ , dan indeks musiman  $S_t$  menggunakan rumus sebagai berikut:

$$L_s = \frac{1}{s} (Y_1 + Y_2 + \dots + Y_s)$$

$$b_s = \frac{1}{s} \left( \frac{Y_{s+1} - Y_1}{s} + \frac{Y_{s+2} - Y_2}{s} + \dots + \frac{Y_{s+s} - Y_s}{s} \right)$$

$$S_1 = Y_1 - L_s, S_2 = Y_2 - L_s, \dots, S_s = Y_s - L_s$$

Maka diperoleh:

Tabel 6.3 Perhitungan nilai awal  $L_s$ ,  $b_s$ , dan  $S_t$ 

Tahun	Bulan	$Y_t$	$S_t$
2012	Jan	8451	-2108,333
	Feb	9669	-890,333
	Mar	11119	559,667
	Apr	11248	688,667
	Mei	13453	2893,667
	Jun	14804	4244,667
	Jul	9987	-572,333
	Agu	8245	-2314,333
	Sept	7786	-2773,333
	Okt	7907	-2652,333
	Nov	11254	694,667
	Des	12789	2229,667

$$L_s = 10559,333$$

$$b_s = 1426,576$$

B. Perhitungan nilai pemulusan  $L_t$ , trend  $b_t$ , dan indeks musiman  $S_t$  menggunakan rumus:

$$L_t = \alpha(Y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1})$$

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$$

$$S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-s}$$

Maka diperoleh:

Tabel 6.4 Perhitungan nilai pemulusan  $L_t$ ,  $b_t$ , dan  $S_t$

Tahun	Bulan	$Y_t$	$L_t$	$b_t$	$S_t$
2013	Jan	15083	14692,730	1602,520	-1536,153
	Feb	18593	17953,053	1710,277	-539,899
	Mar	38693	29267,732	2334,563	2589,889
	Apr	34974	32997,475	2425,250	983,586
	Mei	26069	29054,081	2011,288	1547,433
	Jun	23351	24846,670	1607,073	2930,129
	Jul	40725	34172,410	2108,786	1059,274
	Agu	40922	39897,867	2343,870	-1549,825
	Sept	20929	32601,247	1717,238	-4811,185
	Okt	19342	27909,926	1300,681	-4007,004
	Nov	26058	27210,025	1170,643	271,774
	Des	27400	26711,294	1062,134	1876,787
2014	Jan	20433	24755,205	865,950	-2174,159
	Feb	17083	21462,062	595,609	-1419,067
	Mar	38693	29361,299	1070,345	4133,764
	Apr	16133	22484,884	553,805	-696,236
	Mei	16130	18641,505	267,988	617,936
	Jun	19968	17936,250	204,727	2724,401
	Jul	19500	18296,846	214,859	1092,223
	Agu	16166	18097,847	187,958	-1637,308
	Sept	12803	17936,563	165,257	-4885,009
	Okt	14493	18308,876	178,716	-3963,236
	Nov	13933	15977,881	15,585	-258,740
	Des	16746	15408,855	-22,415	1753,209
2015	Jan	16539	17116,334	90,028	-1808,486

	Feb	15140	16869,769	68,150	-1490,218
	Mar	23939	18428,923	165,065	4448,940
	Apr	24778	22171,717	397,617	60,040
	Mei	27930	25035,554	557,922	1139,257
	Jun	25571	24165,100	465,077	2422,464
	Jul	17965	20596,329	202,877	239,529
	Agu	13983	18106,179	27,830	-2206,572
	Sept	14222	18639,969	60,718	-4778,057
	Okt	15992	19353,052	103,121	-3825,336
	Nov	15508	17537,668	-21,581	-664,282
	Des	25417	20712,893	186,211	2428,964
	Jan	25367	24162,823	398,353	-1118,586
2016	Feb	21583	23787,438	348,060	-1653,774
	Mar	35555	27760,190	583,665	5215,144
	Apr	36064	32327,109	842,576	902,039
	Mei	35300	33685,035	876,074	1248,194
	Jun	30288	31079,411	649,764	1686,487
	Jul	36771	34226,369	812,081	767,398
	Agu	32182	34700,514	790,115	-2278,007
	Sept	33968	37183,452	900,149	-4420,220
	Okt	27476	34556,823	670,908	-4570,842
	Nov	40015	38062,538	855,171	-65,048
	Des	32217	34170,279	546,588	1425,431
	Jan	31429	33588,841	473,266	-1357,033
2017	Feb	34070	34926,174	529,430	-1471,124
	Mar	33394	31671,695	283,476	4415,284
	Apr	26412	28603,662	65,628	193,582
	Mei	25466	26354,518	-84,832	758,887
	Jun	26467	25495,316	-135,166	1522,797
	Jul	31825	28322,826	57,408	1393,661
	Agu	22879	26704,156	-51,537	-2632,304
	Sept	20259	25626,451	-118,238	-4637,136
	Okt	18227	24098,820	-209,849	-4868,766
	Nov	22212	23050,771	-264,332	-242,231
	Des	20241	20721,587	-398,547	988,953

- C. Perhitungan nilai *Forecast* untuk harga bawang merah tahun 2018 dengan rumus:

$$F_{t+m} = L_t + b_t m + S_{t-s+m}$$

Maka diperoleh:

Tabel 6.5 Perhitungan nilai *Forecast* tahun 2018

Tahun	Bulan	Forecast
2018	Jan	18966,007
	Feb	18453,369
	Mar	23941,230
	Apr	19320,981
	Mei	19487,739
	Jun	19853,102
	Jul	19325,419
	Agu	14900,907
	Sept	12497,528
	Okt	11867,351
	Nov	16095,339
	Des	16927,976

- D. Perhitungan nilai *Error* pada *data testing* dengan rumus:

$$Error(E) = Y_t - F_t$$

Maka diperoleh:

Tabel 6.6 Perhitungan nilai *Error*

Tahun	Bulan	$Y_t$	Forecast	Error (E)
2018	Jan	18364	18966,007	-602,007
	Feb	22070	18453,369	3616,631
	Mar	23968	23941,230	26,770
	Apr	28143	19320,981	8822,019
	Mei	19524	19487,739	36,261
	Jun	16875	19853,102	-2978,102
	Jul	18419	19325,419	-906,419
	Agu	14984	14900,907	83,093
	Sept	11092	12497,528	-1405,528
	Okt	12685	11867,351	817,649
	Nov	22333	16095,339	6237,661
	Des	17000	16927,976	72,024

E. Perhitungan MAPE dengan rumus:

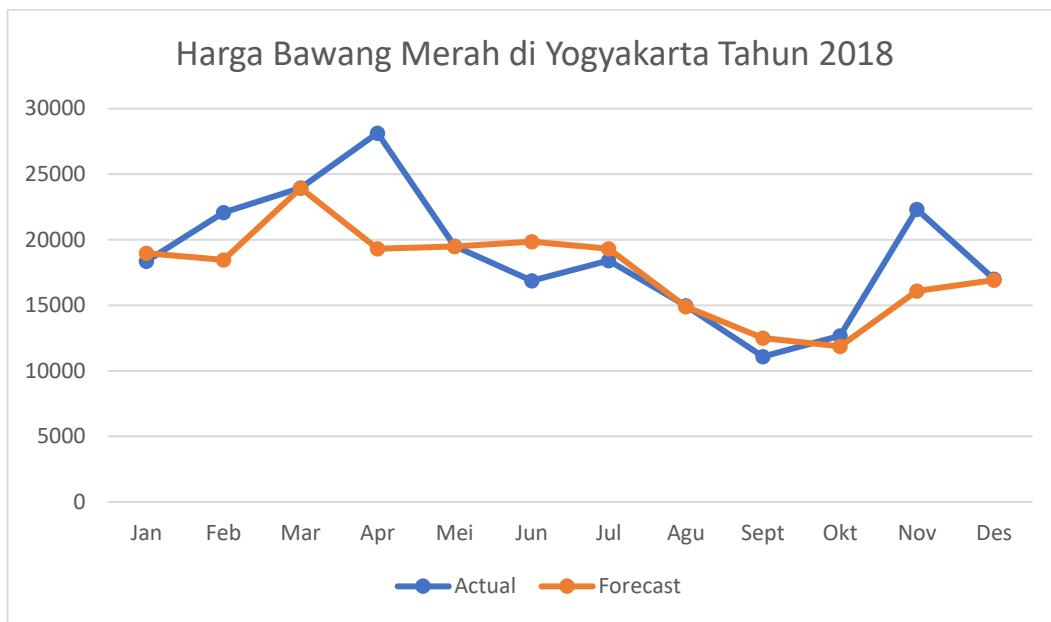
$$MAPE = \frac{100\%}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - F_t}{Y_t} \right|$$

Maka diperoleh:

Tabel 6.7 Perhitungan MAPE

Tahun	Bulan	$Y_t$	Forecast	Error	$ E / Y_t $
2018	Jan	18364	18966,007	-602,007	0,03278
	Feb	22070	18453,369	3616,631	0,16387
	Mar	23968	23941,230	26,770	0,00112
	Apr	28143	19320,981	8822,019	0,31347
	Mei	19524	19487,739	36,261	0,00186
	Jun	16875	19853,102	-2978,102	0,17648
	Jul	18419	19325,419	-906,419	0,04921
	Agu	14984	14900,907	83,093	0,00555
	Sept	11092	12497,528	-1405,528	0,12672
	Okt	12685	11867,351	817,649	0,06446
	Nov	22333	16095,339	6237,661	0,27930
	Des	17000	16927,976	72,024	0,00424
<b>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</b>					<b>10,159%</b>

Grafik pada gambar 6.1 menunjukkan data harga aktual (garis warna biru) dan harga yang diramalkan (garis warna oranye) untuk harga bawang merah di Yogyakarta pada tahun 2018. Harga *forecast* didapatkan dari hasil perhitungan menggunakan metode *Holt-Winters' Additive Exponential Smoothing*.



Gambar 6.1 Grafik Harga Bawang Merah di Yogyakarta Tahun 2018

