

Implementasi Metode Double Exponential Smoothing

Oleh

Ir. Billy Eden William Asrul, S.Kom., M.T.

Sitti Zuhriyah, S.Pd., M.Si

Herlinah, S.Kom., M.Si



Cipta Media Nusantara
2022

Implementasi Metode Double Exponential Smoothing

Penulis : Ir. Billy Eden William Asrul, S.Kom., M.T.
: Sitti Zuhriyah, S.Pd., M.Si
: Herlinah, S.Kom., M.Si
Editor : Achmad Naufal Irsyadi, M.Li
Layout : Ahmad Abdullah Rosyid, M.Hum
Cover : Nabilx

Diterbitkan dan Dicitak Oleh:

Cipta Media Nusantara (CMN), 2022

Anggota IKAPI: 270/JTI/2021

Alamat : Jl. Jemurwonosari 1/39, Wonocolo, Surabaya

Email : contact@ciptapublishing.id

Web : www.ciptapublishing.id

ISBN :

VI + 166 Halaman, 15,5 cm x 23 cm

Terbit Pertama April 2022

Isi Diluar Tanggung Jawab Penerbitan

© All Rights Reserved

Ketentuan Pidana Pasal 112-119

Undang-undang Nomor 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta.

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Penulisan buku yang berjudul **“Implementasi Metode Double Exponential Smoothing”**

Buku ini merupakan buku Referensi yang disusun untuk kalangan mahasiswa Jurusan Teknik Informatika yang ingin memahami dan mengenal sistem pendukung keputusan dengan Metode Double Exponential Smoothing. Buku ini disusun secara sistematis dan menyesuaikan kebutuhan pembaca yang ingin memahami sistem pendukung keputusan secara cepat dan cermat. Pembaca akan diberikan teori atau pengertian setiap bab, cara perhitungan, dan contoh kasus yang dibahas secara lengkap.

Pada bagian awal buku ini terdapat bab 1 pendahuluan tentang teori-teori sistem pendukung keputusan. Kemudian, pada bab 2 sampai bab 5 berisi tentang metode-metode sistem pendukung keputusan, yaitu Double Exponential Smoothing dengan Contoh kasus dan perhitungan Manual tentang Prediksi Masa Tanam Strawberry dengan exponential Smoothing, serta prediksi Harga dan Hasil Produksi tanaman Sayuran serta berisi contoh kasus yang lengkap. Semoga buku ini dapat membantu mahasiswa dalam memahami sistem pendukung mahasiswa dan membantu mahasiswa tingkat akhir dalam menyelesaikan skripsi.

Kata Pengantar

Sebagai penutup Kata Pengantar ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, terima kasih atas bantuan, dorongan dan semangatnya dan juga kepada penerbit *Cipta Media Nusantara* yang telah memfasilitasi kami para penulis untuk menerbitkan buku ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam Buku ini masih terdapat kekurangan dan ketidaksempurnaan, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan penulisan ini. Semoga tulisan ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan para pembaca pada umumnya.

Hormat kami,

Tim Penulis

DAFTAR ISI

Kata Pengantar iii

Daftar Isi v

BAB 1

Pendahuluan 1

Latar Belakang 1

BAB 2

Definisi dan Konsep-Konsep Dasar 7

A. Karakteristik Strawberry 7

B. Lingkungan Pertumbuhan Strawberry 11

C. Curah hujan..... 12

D. Masa tanam 15

E. Exponential Smoothing..... 16

F. United Modelling Language (MDL)..... 21

G. Website 27

H. MySql..... 29

I. XAMPP..... 30

J. Black Box Testing 30

BAB 3

Teori dan Pengujian Mekanisme..... 33

BAB 4

Perancangan dan Implementasi

Sistem: Contoh Kasus 39

A. Pemodelan Sistem Pada Tanaman Strawberry 39

B. Pemodelan Sistem Pada Tanaman Berjenis Sayuran..... 51

C. Perancangan Database 57

D a f t a r I s i

D. Perhitungan Manual Double Exponential
Smoothing Kasus Prediksi Masa Tanam Strawberry 64

E. Perhitungan Manual Double Exponential
Smoothing Kasus Prediksi Hasil Produksi Sayuran 108

BAB 5

Pengujian Sistem..... 149

Pengujian Sistem..... 149

Daftar Pustaka 161

Profil Penulis 165

BAB 1**PENDAHULUAN****Latar Belakang**

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) bukan merupakan alat pengambilan keputusan, melainkan merupakan sistem yang membantu pengambil keputusan dengan melengkapi mereka dengan informasi dari data yang telah diolah dengan relevan dan diperlukan untuk membuat keputusan tentang suatu masalah dengan lebih cepat dan akurat. SPK ditujukan untuk membantu para pengambil keputusan untuk memecahkan masalah semi dan atau tidak terstruktur dengan fokus menyajikan informasi yang nantinya bisa dijadikan sebagai bahan alternatif pengambilan keputusan yang terbaik. Sistem pendukung keputusan didefinisikan sebagai sistem berbasis komputer yang terdiri dari komponen-komponen yang saling berinteraksi, yaitu: sistem bahasa, sistem pengetahuan, dan sistem pemrosesan masalah (Turban,2010). Konsep sistem pendukung keputusan dapat digabungkan dengan mekanisme prediksi atau peramalan untuk memecahkan suatu masalah dalam konsep terkomputerisasi.

Prediksi adalah suatu proses memperkirakan secara sistematis tentang sesuatu yang paling mungkin terjadi di masa depan berdasarkan informasi masa lalu dan sekarang yang dimiliki, agar kesalahannya (selisih antaran sesuatu yang terjadi dengan hasil perkiraan) dapat diperkecil. Prediksi tidak harus memberikan jawaban secara pasti kejadian yang akan terjadi, melainkan berusaha untuk mencari jawaban sedekat mungkin yang akan terjadi (Herdianto, 2013). Peramalan yang baik adalah peramalan yang dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah atau prosedur yang baik. Pada dasarnya ada tiga langkah peramalan yang penting, yaitu (Wardah & Iskandar, 2017):

Double Exponential

- a. Melakukan analisis pada data masa lalu, proses analisa digunakan untuk menganalisis pola yang terjadi di masa lampau.
- b. Menentukan bentuk data yang dapat digunakan jika hasil ramalan tidak berbeda jauh dengan kenyataan yang sebenarnya maka metode peramalan tersebut termasuk dalam kategori penilaian baik.
- c. Membuat proyeksi dari kumpulan data yang sudah diperoleh dengan metode yang relevan dan melakukan pertimbangan berdasarkan perubahan yang mungkin dialami.

Kasus Seperti penentuan pola tanam pada perkebunan, proses prediksi harga sayuran dan prediksi hasil produksi dapat di terapkan dengan menggabungkan algoritma komputasi yang mampu menyelesaikan masalah prediksi tersebut.

Tanaman *strawberry* merupakan salah satu jenis buah yang bernilai ekonomis tinggi, bentuknya kecil, manis, segar, dan memiliki daya tarik yang unik. Buah *strawberry* ini tidak hanya bisa dimakan langsung, tapi juga bisa diolah menjadi selai, jus, campuran es, dan suplemen makanan penutup. Beberapa petani di daerah dataran tinggi dengan temperatur yang rendah telah melakukan budidaya *strawberry*. (Tobing, 2010)

Strawberry dapat ditanam pada kebun dengan kedalaman air tanah yang diisyaratkan 50 sampai 100 cm dari permukaan tanah, jika dalam *polybag* harus bersifat poros, mudah merembeskan air dan unsur hara selalu tersedia. *Strawberry* tumbuh dengan baik pada lahan dataran tinggi karena *strawberry* secara teknis memerlukan lingkungan tumbuh bersuhu dingin dan lembab dengan suhu optimum antara 17°C sampai 20°C, kelembapan 80% sampai 90%, penyinaran matahari 8 samai 10 jam perhari dan curah hujan berkisar 600 mm sampai 700 mm per tahun. (Setiawan & Kartika, 2018)

Di suatu daerah, seperti Kabupaten Bantaeng, *strawberry* merupakan salah satu komoditi buah-buahan yang penting dan banyak ditanam bagi sebagian masyarakat untuk memenuhi permintaan pasar dan menyediakan buah-buahan untuk menunjang proyek pariwisata. *Strawberry* dapat ditanam kapan saja, tidak terikat dengan waktu tertentu. Namun pada proses penanaman *strawberry* perlu memperhatikan curah hujan, jika curah hujan tinggi tidak disarankan untuk melakukan penanaman karena dapat mempengaruhi proses pertumbuhan *strawberry*. Jika curah hujan normal, merupakan waktu yang tepat untuk melakukan penanaman *strawberry*.

Curah hujan yang tinggi menjadi tantangan dalam sistem produksi *strawberry* karena dinamika iklim dan waktu, curah hujan yang seiring dengan terjadinya perubahan iklim, tidak hanya menyebabkan perubahan jumlah curah hujan tetapi juga menyebabkan pergeseran awal musim hujan dan awal musim kemarau. Karakteristik curah hujan yang fluktuatif sangat mempengaruhi kehidupan makhluk hidup terutama tumbuhan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Pramudia dalam (Eva Gusmira. 2018) bahwa curah hujan memiliki sifat sangat fluktuatif dan acak, sehingga seringkali dalam budidaya tanaman seperti *strawberry* sulit menyesuaikan bahkan terlambat mengantisipasi perubahan curah hujan yang tiba-tiba dan ekstrim.

Oleh karena itu, perlu adanya suatu sistem yang dapat menentukan masa tanam pada *Strawberry* berdasarkan prediksi curah hujan. Salah satu cara untuk mengatasi dampak yang diakibatkan oleh pergeseran pola hujan digunakan suatu metode prediksi yaitu *Double exponential smoothing* untuk memprediksi curah hujan bulanan satu tahun kedepan dengan menggunakan data hujan masa lampau.

Pada hakikatnya, prediksi merupakan suatu proses memperkirakan secara sistematis tentang sesuatu yang paling mungkin terjadi di

Double Exponential

masa depan berdasarkan informasi masa lalu dan sekarang yang dimiliki, agar kesalahannya (selisih antara sesuatu yang terjadi dengan hasil perkiraan) dapat diperkecil. Prediksi tidak harus memberikan jawaban secara pasti kejadian yang akan terjadi, melainkan berusaha untuk mencari jawaban sedekat mungkin yang akan terjadi (Herdianto, 2013). Peramalan yang baik adalah peramalan yang dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah atau prosedur yang baik. Pada dasarnya ada tiga langkah peramalan yang penting, yaitu (Wardah & Iskandar, 2017):

- a. Melakukan analisis pada data masa lalu, proses analisa digunakan untuk menganalisis pola yang terjadi di masa lampau.
- b. Menentukan bentuk data yang dapat digunakan jika hasil ramalan tidak berbeda jauh dengan kenyataan yang sebenarnya maka metode peramalan tersebut termasuk dalam kategori penilaian baik.
- c. Membuat proyeksi dari kumpulan data yang sudah diperoleh dengan metode yang relevan dan melakukan pertimbangan berdasarkan perubahan yang mungkin dialami.

Di samping itu, petani adalah orang yang memiliki dan menggarap lahan miliknya sendiri dengan memanfaatkan segala sumber daya hayati yang ada seperti bercocok tanam, beternak untuk keberlangsungan hidup rumah tangga petani itu sendiri (Amelia et al., 2020). Sayuran merupakan komoditas pertanian yang memiliki harga cukup tinggi di pasaran. Dengan demikian, keberhasilan dalam usahatani sayuran dapat memberikan sumbangan yang besar bagi kesejahteraan petani (Khoirunnisa et al., 2013).

Beberapa tanaman sayuran yang dikembangkan dan dibudidayakan oleh petani adalah seperti tomat, wortel, dan kol. Jenis tanaman ini merupakan jenis produksi pertanian yang rentan mengalami fluktuasi harga. Fluktuasi harga berpengaruh pada penghasilan petani. Petani memerlukan kepastian harga untuk memastikan

penanaman bibit sayuran. Produksi dan harga tanaman sayur juga mempengaruhi pola tanam para petani.

Permasalahan yang sering dialami petani adalah melimpahnya hasil produksi jauh melebihi jumlah permintaan, sehingga hasil produksi tidak terserap pasar dan membusuk karena tertimbun sekian lama yang mengakibatkan harga merosot tajam. Hal ini mengakibatkan petani mengalami kerugian akibat defisit atau pengeluaran melebihi total pendapatan.

Mencermati kondisi tersebut pula, dibutuhkan sebuah pendekatan untuk membantu petani merencanakan produksi pertaniannya sebagai upaya untuk meminimalisir resiko kerugian akibat ketidakjelasan pasar. Selain dengan menerapkan teknologi inovasi secara berkelanjutan (Amelia, et al., 2020), salah satu solusi yang dapat ditempuh adalah dengan menerapkan algoritma *Double Exponential Smoothing* untuk memprediksi harga penjualan serta jumlah produksi sayuran di masa depan. Dari prediksi tersebut dapat menjadi acuan bagi petani maupun instansi terkait dalam merencanakan dan mengendalikan produksi pertanian untuk meminimalisir terjadinya kerugian. dengan Hasil rekomendasi ini dapat digunakan untuk membantu petani dalam menentukan jenis tanaman apa yang sesuai dengan masa tanam, pada kurun waktu tertentu beserta jumlah produksinya.

Dalam melakukan prediksi harga dan jumlah produksi sayuran, algoritma yang digunakan adalah algoritma *Double Exponential Smoothing*. Dengan metode ini prediksi dilakukan dengan mengulang perhitungan secara terus menerus dengan menggunakan data terbaru. Setiap data diberi bobot, data yang lebih baru diberi bobot yang lebih besar (Kurniagara, 2017). Metode ini menggunakan parameter yang lebih sedikit dan mudah dalam pengelolaan data (tidak diperlukan transformasi data jika data non stasioner dan tidak menggunakan analisis *autoregresi*) dalam meramalkan.

Double Exponential

BAB 2**DEFINISI DAN KONSEP DASAR****A. Karakteristik *Strawberry***

Tanaman *Strawberry* pertama kali ditemukan di Chili, Amerika. Salah satu spesies ini menyebar luas ke berbagai negara Amerika, Eropa dan Asia. Sedangkan spesies lain yaitu "*Fragaria Vesca L*" lebih menyebar luas dan juga pertama kali dibudidayakan di Indonesia. Tanaman ini adalah tanaman subtropis yang dapat menyesuaikan diri dengan baik di dataran tinggi yang memiliki temperatur 22° C sampai 28°C dan curah hujan yang baik. (Haryanto, 2017).

Tanaman *strawberry* dalam tatanama taksonomi di klasifikasikan sebagai berikut:



Gambar 1. *Strawberry*

Sumber: balitjestro.litbang.pertanian.go.id

Kingdom : *Plantae*
Divisi : *Spermatopyta*
Kelas : *Dicotylodona*

Double Exponential

Sub Divisi : *Angiospermae*

Ordo : *Rosales*

Familia : *Rosaideae*

Sub Famili : *Rosaceae*

Genus : *Fragaria*

Spesies : *Fragariaspp*

Strawberry sangat kaya akan kandungan gizi, pada 100 gram buah *strawberry* segar mengandung energi 37 kalori, protein 0,8 gram, lemak 0,5 gram, karbohidrat 8 gram, kalium 28 mg, fosfat 27 mg, zat besi 0,8 mg, magnesium 10 mg, potassium 10 mg, selenium 0,7 mg, asam folat 17,7 mg, vitamin A 60 SI, vitamin B 0,03 mg, vitamin C 60 mg, dan air 89,9 gram. Selain zat gizi *strawberry* juga mengandung senyawa fitokimia yang disebut *etlagid acid*. Yaitu suatu persenyawaan fenol yang berpotensi sebagai antikarsinogen dan antimutagen, dapat mempercantik kulit, menjadikan gigi putih, menghilangkan bau mulut, serta meningkatkan kekuatan otak dan penglihatan (Dewi, 2017).

Menurut budiman dan saraswati, morfologi tanaman *strawberry* adalah sebagai berikut:

a) Batang utama

Batang utama tanaman *strawberry* sangat pendek, dan setiap buku memiliki bentuk daun. terdapat tunas ketiak daun di ketiak daun. Ruasnya pendek, sehingga jarak antar daunnya rapat. Tumbuhan tampak seperti rumpun tanpa batang. Batang dan daun utama tersusun rapat dan disebut *crown*. Besar kecilnya *crown* tergantung dari umur, laju perkembangan tanaman, varietas dan kondisi lingkungan pertumbuhan.

b) Daun

Dalam masa pertumbuhan vegetatif, meristem apikal membentuk daun-daun baru setiap 8 sampai 12 hari pada suhu rata-rata 22⁰ C. daunnya dapat bertahan selama 1 sampai 3 bulan, kemudian kering. Daun *strawberry* merupakan daun *trifoliate* dengan tepi bergerigi. Pada daun *strawberry* stomata yang jumlahnya sekitar 300 sampai 400 stomata per mm². Hal ini mengakibatkan daun *strawberry* banyak kehilangan air melalui transpirasi.

c) Akar

Tanaman *strawberry* dewasa mempunyai 20 sampai 35 akar primer dengan panjang akar sekitar 40 cm. namun, ada juga jenis *strawberry* yang mempunyai 100 akar primer. Akar primer dapat bertahan lebih dari satu tahun. Akar-akar baru yang menggantikan akar primer tumbuh dari ruas yang paling dekat dengan akar primer. Hal ini dapat mengurangi kontak akar dengan tanah pada tanaman-tanaman tua. Akar-akarnya berkumpul dengan panjang 0,5 m. sekitar 90 % dari total akar berkumpul pada lapisan atas media tanam dengan kedalaman sekitar 15 cm. pada media yang berdrainase baik, 50 % dari akar berkumpul di kedalaman antara 15-45 cm.

d) Bunga

Menurut Cahyono dalam (Destriawan, 2019) Bunga pada tanaman *strawberry* tersusun dalam tandan atau tandan yang berduri panjang (panucila) dan tumbuh di bagian atas tanaman. Setiap malai bunga akan bercabang, tanaman stroberi memiliki empat macam bunga, dan setiap bunga memiliki batang. Keempat jenis bunga tersebut seperti seikat bunga sulung, dan buahnya akan lebih besar dari jenis bunga lainnya. Ada dua bunga sekunder di bawah bunga primer, dan bunga sekunder lebih rendah dari nilai rata-rata bunga dan buah primer. Berbeda dengan buah primer dan sekunder, keempat bunga Tersier di bawah bunga sekunder dan delapan bunga Kuartier di

Double Exponential

bawah bunga tersier dan bunga Tersier dan Kuartier berukuran lebih kecil.

e) Stolon

Stolon yang muncul pada tanaman strawberry merupakan cabang kecil yang tumbuh secara horizontal atau tersebar di permukaan tanah. Penampilan batangnya menyerupai sulur. Untuk batang dan akar tumbuh membentuk generasi baru tanaman strawberry. Stolon yang merupakan komponen pertumbuhan dapat langsung dipotong atau dipisahkan dari tanaman induk sebagai bahan tanaman (bibit) (Destriawan, 2019).

f) Buah

Buah *strawberry* berwarna merah, buah yang biasa dikenal adalah buah semu yang sebenarnya merupakan *receptacle* yang membesar. Buah asli berasal dari ovula yang diserbuki, yang berkembang menjadi buah kering dengan biji keras. Struktur buah yang keras ini disebut achene. Buah sejati berukuran kecil, menempel pada wadah yang membesar. Besar kecilnya stroberi tergantung dari jumlah achenes yang terbentuk. Sedangkan jumlah buah achene yang terbentuk bergantung pada jumlah putik dan efektivitas penyerbukan.

Bunga primer mempunyai jumlah pistil, yaitu lebih dari 400 buah. Jumlah pistil pada bunga sekunder antara 200 sampai 300 buah, sedangkan pada bunga tersier hanya 50 sampai 150 buah. Oleh karena itu, ukuran buah terbesar adalah buah berasal dari bunga primer, kemudian disusul oleh bunga sekunder, tersier, kuertener dan kuiner. Pembesaran di *receptacle* dirangsang oleh *achene* yang terbentuk. Penyerbukan yang tidak merata dapat menyebabkan bentuk buah menjadi kurang sempurna. (Budiman & Saraswati, 2008).

B. Lingkungan Pertumbuhan *strawberry*

Tanaman *strawberry* dapat tumbuh pada beberapa jenis tanah, mulai dari tanah berpasir hingga tanah berliat. Menurut (Tobing, 2010) syarat pertumbuhan *strawberry* adalah sebagai berikut:

a) Iklim

- 1) Tanaman *strawberry* dapat tumbuh dengan baik di daerah dengan hujan 600-700 mm/tahun
- 2) Lama penyinaran matahari yang dibutuhkan dalam pertumbuhan adalah 8 sampai 10 jam tiap harinya.
- 3) *Strawberry* adalah tanaman subtropis yang dapat beradaptasi dengan baik di dataran tinggi tropis yang memiliki temperatur 17°C sampai 20°C.
- 4) Kelembapan udara yang baik untuk tanaman *strawberry* antara 80% sampai 90%.

b) Media tanam

- 1) Jika ditanam dikebun, tanah yang dibutuhkan adalah tanah liat berpasir, subur, gembur, mengandung banyak bahan organik, tata air dan udara yang baik.
- 2) Derajat kemasaman tanah (pH tanah) yang ideal untuk budidaya *strawberry* di kebun adalah 5,4 sampai 7,0 sedangkan budidaya di pot adalah 6,5 sampai 7,0.
- 3) Jika ditanam di kebun maka kedalaman air tanah yang disyaratkan adalah 50 sampai 100 cm dari permukaan tanah. Jika ditanam dalam pot media harus memiliki bersifat poros, mudah merembeskan air dan unsure hara selalu tersedia.

c) Ketinggian tempat

Ketinggian tempat yang memenuhi syarat iklim tersebut adalah 1.000 sampai 1.500-meter diatas permukaan laut.

C. Curah Hujan

Air hujan adalah proses mengembunkan uap air di atmosfer menjadi tetesan air yang cukup berat untuk jatuh, biasanya ke permukaan. Hujan turun karena pendinginan suhu udara atau uap air di udara. Hal ini tidak lepas dari kemungkinan terjadinya secara bersamaan. Biasanya turunnya hujan tidak mungkin memisahkan pengaruh hujan dari kelembapan udara, yang memicu banyaknya tetesan air di udara. (Perdana & Zakaria, n.d. 2015)

Curah hujan mengacu pada ketinggian di mana air hujan jatuh di area datar tanpa menguap, menembus, atau mengalir. Dengan asumsi tidak ada aliran evaporasi dan absorpsi, maka curah hujan hingga 1 mm dapat ditampung pada area datar hingga 1 m². (Mulyono, 2014)

Indonesia merupakan daerah tropis, dengan curah hujan tahunan yang tinggi, dan daerah pegunungan yang semakin tinggi curah hujannya. Curah hujan yang tinggi di daerah tropis biasanya merupakan hasil proses konvektif dan terbentuknya awan hujan panas. Pada dasarnya hujan disebabkan oleh pergerakan massa udara lembab ke atas.

Hujan terjadi karena udara basah yang naik ke atmosfer mengalami pendinginan sehingga terjadi proses kondensasi. Naiknya udara keatas dapat terjadi secara siklonik, orografis, dan konvektif. (Exacty, n.d.) tipe hujan dibedakan menurut cara naiknya udara ke atas. Beberapa tipe hujan antara lain:

a) Hujan konvektif

Di daerah tropis pada musim kemarau, udara di dekat permukaan akan mengalami pemanasan yang hebat. Udara lembab naik dan mendingin, menyebabkan kondensasi dan hujan. Hujan yang dihasilkan dari proses ini disebut hujan konvektif, yang intensitasnya tinggi dan waktunya singkat.

b) Hujan siklonik

Jika massa udara panas relatif berat maka udara panas akan bergerak melebihi udara dingin. Udara yang bergerak ke atas akan mendingin dan mengembun, membentuk awan dan hujan. Curah hujan yang terjadi disebut curah hujan siklon yang tidak terlalu deras dan berlangsung lebih lama.

c) Hujan orografis

Udara lembab yang ditiup angin ke seluruh wilayah pegunungan akan mendingin, membentuk awan dan hujan. Hujan deras terjadi di sisi gunung yang dilalui oleh udara, sehingga dinamakan cincin hujan. Sisi belakang yang dilalui udara kering disebut lereng bayangan hujan. Areanya tidak permanen dan bisa berubah sesuai musim (arah angin). Curah hujan terjadi di daerah pegunungan, yang memasok air tanah, danau, bendungan, dan sungai.

Keadaan hujan dan intensitas hujan dapat diklasifikasikan menjadi beberapa golongan sebagai berikut:

Tabel 1. keadaan hujan dan intensitas hujan

Keadaan hujan	Intensitas hujan (mm)	
	1 jam	24 jam
Hujan sangat ringan	<1	<5
Hujan ringan	1-5	5-20
Hujan normal	5-10	20-50
Hujan lebat	10-20	50-100
Hujan sangat lebat	>20	>100

Sumber: (Sanusi & Side, 2016)

Dalam proses kejadiannya, hujan dipengaruhi oleh unsur cuaca yang lain (Miftahuddin, 2016):

Double Exponential

a) Suhu udara

Suhu adalah derajat panas atau dingin yang diukur berdasarkan skala tertentu. Satuan suhu digunakan derajat celcius ($^{\circ}\text{c}$), di inggris dan beberapa negara lainnya dinyatakan $^{\circ}\text{f}$ yang menetapkan titik didih air dalam 212°f dan titik lebur es 32°f . Dalam skala perseratusan (skala celcius) ditetapkan titik didih air 100°c dan titik lebur es 0° .

b) Kecepatan angin

Kecepatan angin adalah kecepatan udara yang bergerak secara horizontal yang dipengaruhi oleh gradien barometris letak tempat, tinggi tempat, dan keadaan topografi suatu tempat. Untuk satuan kecepatan angin dalam meter per detik, kilometer per jam atau knot. Kecepatan angin dibagi atas beberapa kelas seperti pada tabel berikut.

Tabel 2. Kelas kecepatan angin

Kelas	Sifat	Kecepatan
0	Sunyi	< 1 km/jam
1	Sepoi-sepoi	1–6 km/jam
2	Angin Sangat lemah	13–18 km/jam
3	Angin Lemah	19–26 km/jam
4	Angin Sedang	27–35 km/jam
5	Angin Agak Kuat	36–44 km/jam
6	Angin Kuat	45–55 km/jam
7	Angin Kencang	56–66 km/jam
8	Angin Sangat Kuat	67–77 km/jam
9	Badai	78–90 km/jam

10	Badai Kuat	91–95 km/jam
11	Angin Ribut	96–104 km/jam
12	Topan Dahsyat	> 104 km/jam

Sumber: (Miftahuddin, 2016)

D. Masa Tanam

Masa tanam adalah sistem yang menunjukkan pentingnya hubungan antara kondisi lingkungan dan tahapan pertumbuhan tanaman. Kalender pembibitan akan menunjukkan kondisi lingkungan yang tidak diinginkan atau diinginkan oleh tanaman dan pada tahap pertumbuhan apa tanaman sangat sensitif.

Masa tanam atau kalender tanam merupakan alat bantu petani dan penyuluh untuk mengambil keputusan dalam menentukan waktu tanam, penyiapan benih, pengolahan lahan, kebutuhan tenaga kerja, dan mengatur penggunaan alat mesin untuk pengolahan lahan dan panen. Waktu tanam dapat berubah sepanjang waktu karena perubahan iklim maupun perubahan teknologi dan sosial ekonomi. (Surmaini & Syahbuddin, 2016)

Penentuan awal musim tanam umumnya diadopsi dari jumlah curah hujan lokal. Hujan pertama yang nyata dan memungkinkan menanam tanpa deret hari kering yang panjang setelah tanam yang berpotensi menimbulkan kerusakan selama tahap awal pertumbuhan tanaman. intensitas hujan, panjang hari hujan, dan hari kering bergantung pada jenis tanaman dan sifat tanah.

Kriteria yang digunakan untuk menentukan awal musim tanam sangat spesifik dengan lokasi. Menurut Saarri dodd dan Joliffe dalam Surmaini dan Syahbuddin menyatakan bahwa awal musim tanam merupakan hari pertama dari lima hari berturut-turut dengan akumulasi curah hujan sekurang-kurangnya 25 mm. yang diikuti oleh tanpa hari kering berturut-turut lebih dari tujuh hari dalam tiga puluh hari berikutnya.

Indikator lain yang penting diperhatikan adalah terhentinya musim tanam sebagai hari pertama tidak ada hujan selama sepuluh hari berturut-turut. Terhentinya musim tanam sebagai periode dimana kebutuhan air tanaman kurang dari 90 %. Terhentinya musim tanam terjadi jika kumulasi curah hujan dalam sepuluh hari sebesar 10 mm dan tidak ada hujan selama sepuluh hari berikutnya.

E. Exponential Smoothing

Exponential smoothing merupakan prosedur perbaikan terus-menerus pada peramalan terhadap objek pengamatan terbaru. Ia menitik beratkan pada penurunan prioritas secara eksponensial pada objek pengamatan yang lebih tua. Dengan kata lain, observasi terbaru akan diberikan prioritas lebih tinggi bagi peramalan daripada observasi yang lebih lama. Metode yang termasuk kedalam *exponential smoothing* yaitu:

a) Metode Single Exponential Smoothing

Penghalusan *exponential* adalah teknik peramalan rata-rata bergerak dengan pembobotan dimana data diberi bobot oleh sebuah fungsi *exponential*. Penghalusan *exponential* merupakan metode peramalan rata-rata bergerak dengan pembobotan canggih, namun masih mudah digunakan. Metode ini sangat sedikit pencatatan data masa lalu.

Rumus untuk *Single Exponential Smoothing* adalah sebagai berikut:

$$S_t = \alpha X_t + (1-\alpha) S_{t-1} \quad (2.1)$$

keterangan:

S_t = Ramalan untuk periode ke t

α = Bobot yang menunjukkan konstanta penghalus ($0 < \alpha < 1$)

X_t = Nilai riil periode ke t

S_{t-1} = Ramalan untuk periode ke t-1

Metode ini membutuhkan nilai alpha (α) sebagai nilai parameter pemulusan. Bobot nilai α lebih tinggi di berikan kepada data yang lebih baru, sehinggal nilai parameter α yang sesuai akan memberikan ramalan yang optimal dengan nilai kesalahan (*error*) terkecil. Untuk mendapatkan nilai α yang tepat pada umumnya dilakukan dengan *trial and error* (coba-coba tingkat kepastian dalam meramal) untuk menentukan nilai kesalahan terendah.

b) Metode Double Exponential Smoothing

Dasar pemikiran dari metode *exponential smoothing tunggal* maupun *ganda* adalah bahwa nilai pemulusan akan terdapat pada waktu sebelum data sebenarnya apabila pada data tersebut terdapat komponen trend. Oleh karena itu untuk nilai-nilai pemulusan tunggal perlu di tambahkan nilai pemulusan ganda untuk menyesuaikan trend. Metode *exponential smoothing ganda* yang dapat digunakan untuk menyelesaikan trend linier adalah metode dua parameter dari Holt. Pada metode Holt nilai trend tidak di muluskan dengan pemulusan ganda secara langsung, tetapi proses pemulusan trend dilakukan dengan menggunakan parameter yang berbeda dengan parameter yang digunakan pada pemulusan data asli. Metode *Double Exponential Smoothing* digunakan ketika data menunjukkan adanya trend.

Rumus *Double Exponential Smoothing* dapat ditunjukkan sebagai berikut:

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

(2.2)

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

(2.3)

$$A_t = 2S'_t - S''_t$$

(2.4)

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

(2.5)

$$F_{t+m} = A_t + b_t$$

(2.6)

Double Exponential

Keterangan:

S'_t = Nilai pemulusan 1 periode t

S''_t = Nilai Pemulusan 2 periode t

X_t = Data sebenarnya pada waktu ke t

A_t = Intersepsi pada periode t

b_t = nilai trend pada periode t

α = Konstanta pemulusan

$F_{(t+m)}$ = Nilai ramalan untu periode t+1

m = Periode masa mendatang

α = Koefisien pemulusan (*smoothing*) ($0 < \alpha < 1$)

β = Koefisien pemulusan (*smoothing*) untuk trend ($0 < \beta < 1$)

Sementara itu, algoritma *Exponential Smoothing* adalah metode yang menunjukkan pembobotan menurun secara eksponensial terhadap nilai pengamatan yang lebih lama. Terdapat satu atau lebih parameter penulisan yang ditentukan eksplisit dan hasil pilihan ini menentukan bobot yang dikenakan pada nilai observasi (Makridakis et al., 1999).

Metode *Exponential Smoothing* merupakan pengembangan dari metode *Moving Averages*. Dalam metode ini peramalan dilakukan dengan mengulang perhitungan secara terus menerus dengan menggunakan data terbaru. Setiap data diberi bobot, data yang lebih baru diberi bobot yang lebih besar. Metode ini terdiri atas *single*, *double*, dan *triple* (Kurniagara, 2017).

Tahapan penyelesaian dalam melakukan prediksi adalah dengan algoritma *Double Exponential Smoothing*. Parameter yang digunakan dalam metode *Double Exponential Smoothing* adalah α yang memiliki nilai antara 0 sampai 1. Apabila data yang digunakan semakin banyak dalam perhitungan permalannya maka

persentase error peramalannya akan semakin kecil, begitu juga sebaliknya (Sinaga & Irawati, 2018).

Double Exponential Smoothing mempunyai model umum dengan tahapan peramalan sebagai berikut:

1. Menentukan nilai *smoothing* pertama

$$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)S'_{t-1} \dots\dots\dots (2.1)$$

2. Menentukan nilai *smoothing* kedua

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

3. Menentukan nilai konstanta

$$a_t = 2S'_t - S''_t \dots\dots\dots (2.3)$$

4. Menentukan nilai *slope*

$$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha} (S'_t - S''_t) \dots\dots\dots (2.4)$$

5. Menentukan nilai peramalan

$$F_{t+m} = a_t + b_t m \dots\dots\dots (2.5)$$

dimana:

X_t = Data observasi pada periode ke-t

S'_t = Nilai *smoothing* pertama

S''_t = Nilai *smoothing* kedua

a_t = Nilai konstanta pemulusan pada periode t

b_t = Nilai koefisien trend pada periode t

α = Parameter pemulusan

m = Jumlah periode ke masa mendatang

F_{t+m} = Hasil peramalan ke- m (Ariyanto et al., 2017)

c) Ukuran Ketepatan Peramalan dengan Mean Percentage Error (MAPE)

Hasil ramalan tidak selalu akurat atau sering berbeda dengan keadaan sesungguhnya (data aktual). Perbedaan antara ramalan dengan keadaan sesungguhnya disebut dengan kesalahan ramalan (*forecast error*). Menilai ketepatan suatu periode peramalan dapat dilakukan dengan cara mencari selisih besaran (ukuran kesalahan peramalan) data peramalan terhadap data aktual.

Dengan membandingkan ukuran kesalahan terkecil, sehingga nilai peramalan dapat digunakan sebagai acuan dalam menentukan kebutuhan-kebutuhan dimasa yang akan datang. Ukuran kesalahan digunakan untuk mengevaluasi nilai parameter peramalan. Bila ada data yang sebenarnya pada periode dan ada hasil peramalan pada periode yang sama maka kesalahan yang terjadi dapat didefinisikan sebagai berikut

$$E_t = X_t - F_t$$

(2.7)

Sehingga bila terdapat n periode pengamatan, maka akan terdapat sejumlah n penyimpangan. Dalam statistik untuk menguji ukuran kesalahan peramalan bisa menggunakan beberapa metode, Salah satu cara yang digunakan yaitu MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*), atau nilai tengah kesalahan kesalahan persentase absolut adalah rata-rata dari keseluruhan persentase kesalahan antara data aktual dengan data hasil prediksi. Rumus untuk menghitung MAPE adalah sebagai berikut:

$$MAPE = \sum_{t=1}^n \frac{|PE|}{n}$$

(2.8)

Persentase *error* merupakan kesalahan persentase dari dari suatu peramalan:

$$PE = \frac{X_t - F_t}{X_t} \times 100$$

dimana:

e_t = kesalahan periode ke- t

X_t = data aktual periode ke- t

F_t = nilai ramalan pada periode ke- t

N = banyaknya periode waktu

PE = Persentase *error*

F. Unified Modeling Language (UML)


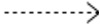

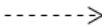



Menurut Windu Gata dalam Ade Hendini, *Unified Modeling Language (UML)* adalah bahasa spesifikasi standar yang dipergunakan untuk mendokumentasikan, menspesifikasikan dan membangun perangkat lunak. UML merupakan metodologi dalam mengembangkan sistem berorientasi objek dan juga merupakan alat untuk mendukung pengembangan sistem (Hendini, 2016).




Alat bantu yang digunakan dalam perancangan berorientasi objek berbasis UML adalah sebagai berikut:

a) Use Case Diagram

Use case diagram merupakan pemodelan untuk kelakuan (*behavior*) sistem informasi yang akan dibuat. *Use case* digunakan untuk mengetahui fungsi apa saja yang ada di dalam sistem informasi dan siapa yang berhak menggunakan fungsi-fungsi tersebut. Simbol-simbol yang digunakan dalam *use case* yaitu:

Tabel 3. Use Case Diagram

Simbol	Nama	Penjelasan
	<i>Actor</i>	Menspesifikasikan himpunan peran yang pengguna mainkan ketika berinteraksi dengan <i>use case</i> .
	<i>Dependency</i>	Hubungan dimana perubahan yang terjadi pada suatu elemen mandiri (<i>independent</i>) akan mempengaruhi elemen yang bergantung padanya elemen yang tidak mandiri (<i>independent</i>).
	<i>Generalization</i>	Hubungan dimana objek anak (<i>descendent</i>) berbagi perilaku dan struktur data dari objek yang ada di atasnya objek induk (<i>ancestor</i>).
	<i>Include</i>	Menspesifikasikan bahwa <i>use case</i> sumber secara eksplisit.
	<i>Extend</i>	Menspesifikasikan bahwa <i>use case target</i> memperluas perilaku dari <i>use case</i> sumber pada suatu titik yang diberikan.
	<i>Association</i>	Apa yang menghubungkan antara objek satu dengan objek lainnya.
	<i>System</i>	Menspesifikasikan paket yang menampilkan sistem secara terbatas.




	<i>Use Case</i>	Deskripsi dari urutan aksi-aksi yang ditampilkan sistem yang menghasilkan suatu hasil yang terukur bagi suatu aktor.
	<i>Collaboration</i>	Interaksi aturan-aturan dan elemen lain yang bekerja sama untuk menyediakan perilaku yang lebih besar dari jumlah dan elemen-elemennya (sinergi).
	<i>Note</i>	Elemen fisik yang eksis saat aplikasi dijalankan dan mencerminkan suatu sumber daya komputasi.

Sumber: (Hendini, 2016)


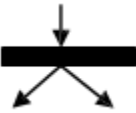


b) Diagram Aktivitas (*Activity Diagram*)

Activity Diagram menggambarkan *workflow* (aliran kerja) atau aktivitas dari sebuah sistem atau proses bisnis. Simbol-simbol yang digunakan dalam *activity diagram*, yaitu:

Tabel 4. Simbol *activity diagram*

Symbol	Nama	Keterangan
	<i>Initial state</i>	Proses dimulai pertama kali dalam aktivitas.
	<i>State</i>	Aktivitas yang terjadi dalam aktivitas.
	<i>Control Flow</i>	Urutan perpindahan suatu aktivitas.

Double Exponential


	<i>Decision</i>	Menggambarkan cabang suatu keputusan.
	<i>Transition (Fork)</i>	Kegiatan yang dilakukan secara paralel.
	<i>Transition (Join)</i>	Menunjukkan kegiatan yang digabungkan.
	<i>Final State</i>	Proses terakhir dalam aktivitas.




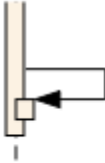


Sumber: (Hendini, 2016)

c) Diagram urutan (*Sequence Diagram*)

Sequence diagram menggambarkan kelakuan objek pada *use case* dengan mendeskripsikan waktu hidup objek dan pesan yang dikirimkan dan diterima antar objek. Symbol-symbol yang digunakan dalam *sequence diagram* yaitu:

Tabel 5. Simbol *sequence diagram*

Symbol	Nama	Keterangan
	Entity Class	Berisi kumpulan kelas yang berupa entitas-entitas yang membentuk gambaran awal sistem dan menjadi landasan untuk menyusun basis data.

	<p>Boundary Class</p>	<p>Berisi kumpulan kelas yang menjadi <i>interfaces</i> atau interaksi antara satu atau lebih aktor dengan sistem, seperti tampilan <i>form entry</i> dan <i>form cetak</i>.</p>
	<p><i>Control Class</i></p>	<p>Suatu objek yang berisi logika aplikasi yang tidak memiliki tanggung jawab kepada entitas, contohnya adalah kalkulasi dan aturan bisnis yang melibatkan berbagai objek.</p>
	<p><i>Message</i></p>	<p>Symbol mengirim pesan antar <i>class</i>.</p>
	<p><i>Recursive</i></p>	<p>Menggambarkan pengiriman pesan yang dikirim untuk dirinya sendiri.</p>
	<p><i>Activation</i></p>	<p>Mewakili sebuah eksekusi operasi dari objek, panjang kotak ini berbanding lurus dengan durasi aktivasi sebuah operasi.</p>
	<p><i>Lifeline</i></p>	<p>Garis titik-titik yang terhubung dengan objek, sepanjang <i>lifeline</i>, terdapat <i>activation</i></p>

Sumber: (Hendini, 2016)

Double Exponential

d) Diagram Kelas (*Class Diagram*)

Class diagram merupakan hubungan antar kelas dan penjelasan detail tiap-tiap kelas di dalam model desain dari suatu sistem, juga memperlihatkan dan tanggung jawab entitas yang menentukan perilaku sistem.

Class diagram juga menunjukkan atribut-atribut dan operasi-operasi dari sebuah kelas dan *constraint* yang berhubungan dengan objek yang dikoneksikan. *Class diagram* secara khas meliputi kelas (*class*), relasi *asosiation*, *generalitation* dan *aggregation*, atribut (*attributes*), operasi (*operation/method*), dan *visibility*, tingkat akses objek eksternal kepada suatu operasi atau atribut. Hubungan antar kelas mempunyai keterangan yang disebut dengan *Multiplicity* atau *cardinality*.

Tabel 6. Multiplicity class diagram

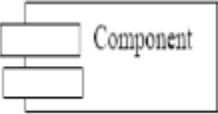


<i>Multiplicity</i>	Penjelasan
1	Satu dan hanya satu
0..*	Boleh tidak ada atau 1 atau lebih
1..*	1 atau lebih
0..1	Boleh tidak ada, maksimal 1
n..n	Batasan antara. Contoh 2..4 mempunyai arti minimal 2 maksimal 4

Sumber: (Hendini, 2016)

e) Deployment diagram

Deployment diagram digunakan untuk menggambarkan detail bagaimana komponen disusun di infrasturktur sistem.

Tabel 7. *Deployment diagram*

Gambar	Keterangan
	<p>Pada <i>deployment diagram</i>, komponen-komponen yang ada diletakkan di dalam <i>node</i> untuk memastikan keberadaan posisi mereka.</p>
	<p><i>Node</i> menggambarkan bagian-bagian <i>hardware</i> dalam sebuah sistem. Notasi untuk <i>node</i> digambarkan sebagai sebuah kubus tiga dimensi.</p>
	<p>Sebuah <i>association</i> digambarkan sebagai sebuah garis yang menghubungkan dua <i>node</i> yang mengindikasikan jalur komunikasi antara elemen-elemen <i>hardware</i>.</p>

Sumber: (Hendini, 2016)

G. Website

Menurut Rusman dalam (syaiful Rahman, 2014) *World Wide Web* (www) disebut juga *web*, *site*, *website* atau situs adalah aplikasi dan layanan internet yang mencakup sumber daya multimedia. *Web* secara fisik adalah kumpulan komputer pribadi, *web browser*, koneksi ke ISP, komputer *server*, *router*, dan *switch* yang digunakan untuk mengalirkan informasi dan menjadi wahana pertama berbagai pihak terkait. Pemanfaatan jaringan internet

Double Exponential

sebagai sumber dan sarana pembelajaran dapat diimplementasikan, sebagai berikut:

- a) *Browsing* atau *surfing* merupakan istilah umum yang digunakan bila hendak menjelajahi dunia maya atau *web*,
- b) *Resourcing* adalah menjadikan internet sebagai sumber pengajaran. Peranan internet sebagai gudangnya informasi dimanfaatkan untuk mendapatkan informasi dan data yang berkaitan dengan materi pengajaran yang disampaikan. Informasi yang berkaitan dengan alamat situs yang dikunjungi sebagai sumber materi ajar telah diketahui terlebih dahulu melalui informasi yang diberikan pada buku pegangan pengajaran maupun dari informasi lainnya.
- c) *Searching* merupakan proses pencarian sumber pembelajaran guna melengkapi materi yang akan disampaikan kepada peserta didik.
- d) *Consulting and Communicating* (konsultasi dan komunikasi melalui *e-mail* dan *mailing list*).

Menurut Adri dalam (syaiiful Rahman, 2014) Pencarian informasi yang diinginkan di media internet menjadi lebih mudah dengan menggunakan *search engine*. *Search engine* menampung *database* situs-situs dari seluruh dunia yang jumlahnya milyaran halaman *web*. Cukup dengan memasukkan kata kuncinya, maka proses pencarian akan dilakukan dan *search engine* akan menampilkan beberapa link situs yang disertai dengan keterangan singkat. Dapat disimpulkan bahwa *website* adalah suatu halaman informasi yang disediakan melalui jalur internet sehingga bisa diakses di seluruh dunia selama terkoneksi jaringan internet.

Secara umum, *website* dibagi menjadi beberapa jenis yaitu:

- a) *Web search engine* adalah *web* yang memiliki kemampuan untuk melakukan pencarian dokumen berdasarkan kata kunci tertentu.

- b) *Web portal* adalah *web* yang mendeskripsikan suatu perusahaan, layanan, fasilitas dan segala sesuatu tentang perusahaan.
- c) *Weblog* atau sering disingkat *blog* ialah situs internet yang memungkinkan pemiliknya dapat menuliskan apa pun yang menjadi opini atau pandangan pengguna terhadap sesuatu serta catatan harian atau dicari. Pengguna internet yang membuat atau memiliki *blog* disebut *blogger*.

H. MySql

MySql adalah sebuah program *database server* yang mampu menerima dan mengirimkan datanya secara cepat, multi *user* serta menggunakan perintah dasar SQL (*structured query language*) (Saputro, 2012). *Database MySQL* merupakan suatu perangkat lunak *database* yang berbentuk *database* relasional atau disebut *relational database management system* (RDBMS) yang menggunakan suatu bahasa permintaan yang bernama *SQL* (*Structure Query Language*).

Pada umumnya, perintah yang sering digunakan dalam MySQL adalah *select* (mengambil), *insert* (menambah), *update* (mengubah), dan *delete* (menghapus). Selain itu, *SQL* juga menyediakan perintah untuk membuat *database*, *field*, ataupun untuk menambah index atau menghapus data. Beberapa kelebihan *MySQL* diantaranya adalah:

- a) Bersifat *open source*, yakni memiliki kemampuan untuk dapat dikembangkan lagi.
- b) Menggunakan bahasa *SQL* (*Structure Query Language*), yang merupakan standar bahasa dunia dalam pengolahan data.
- c) *Super performance* yang *reliable*, tidak dapat diragukan, pemrosesan *database*-nya sangat cepat dan stabil.
- d) Sangat mudah dipelajari.

Double Exponential

- e) Memiliki dukungan *support (group)* pengguna *MySQL*.
- f) Mampu lintas *platform*, dapat berjalan di berbagai sistem operasi.
- g) *Multiuser*, dimana *MySQL* dapat digunakan oleh beberapa *user* dalam waktu yang bersamaan tanpa mengalami konflik.

I. XAMPP

Xampp merupakan sebuah aplikasi web *server*. Web *server* sendiri adalah sebuah aplikasi tempat untuk menyimpan *file-file* maupun data-data untuk membuat *website*. Juga sering diartikan sebagai layanan data pada *web browser*. Fungsi dari *web server* sebagai penerima permintaan berupa halaman *client* dan mengirimkan kembali hasil yang diminta dalam bentuk halaman *web*. (Nyuda Resio Budiarto, 2016).

Nama *XAMPP* merupakan singkatan dari X (empat sistem operasi apapun), *Apache*, *MySQL*, *PHP* dan *Perl*. Program ini tersedia dalam GNU *General Public License* dan bebas, merupakan *web server* yang mudah digunakan yang dapat melayani tampilan halaman *web* yang dinamis. Untuk mendapatkannya dapat mendownload langsung dari *web* resminya. *XAMPP* dikembangkan dari sebuah tim proyek bernama *Apache Friends*, yang terdiri dari Tim Inti (*Core Team*), Tim Pengembang (*Development Team*) dan Tim Dukungan (*Support Team*).

J. Black Box Testing

Pengujian *black box* merupakan pendekatan komplementer dari teknik *white box*, karena pengujian *black box* diharapkan mampu mengungkap kelas kesalahan yang lebih luas dibandingkan teknik *white box*. Pengujian *black box* berfokus pada pengujian persyaratan fungsional perangkat lunak, untuk mendapatkan serangkaian kondisi input yang sesuai dengan persyaratan fungsional suatu program (Setiawan, 2011).

Pengujian *blackbox* memberikan pengembang *web* untuk membuat himpunan kondisi *input* yang akan melatih seluruh syarat- syarat fungsional suatu program. Pengujian *blackbox* bukan merupakan alternatif dari pengujian *whitebox*, tetapi merupakan pendekatan yang melengkapi untuk menemukan kesalahan lainnya, selain menggunakan metode *whitebox*.

Pengujian *blackbox* berusaha untuk menemukan kesalahan dalam beberapa kategori, diantaranya:

- a) Fungsi-fungsi yang salah atau hilang
- b) Kesalahan *interface*
- c) Kesalahan dalam struktur data atau akses *database* eksternal
- d) Kesalahan performa
- e) kesalahan inisialisasi dan terminasi

Tidak seperti metode *whitebox* yang dilaksanakan diawal proses, pengujian *blackbox* diaplikasikan di beberapa tahapan berikutnya. Karena pengujian *blackbox* dengan sengaja mengabaikan struktur kontrol, sehingga perhatiannya difokuskan pada informasi *domain*.

Pengujian didesain untuk dapat menjawab pertanyaan- pertanyaan berikut:

- a) Bagaimana *validitas* fungsionalnya diuji?
- b) Jenis *input* seperti apa yang akan menghasilkan kasus uji yang baik?
- c) Apakah sistem secara khusus sensitif terhadap nilai input tertentu?
- d) Bagaimana batasan-batasan kelas data diisolasi?
- e) Berapa rasio data dan jumlah data yang dapat ditoleransi oleh sistem?
- f) Apa akibat yang akan timbul dari kombinasi spesifik data

Double Exponential

pada operasi sistem?

Dengan mengaplikasikan pengujian *blackbox*, diharapkan dapat menghasilkan sekumpulan kasus uji yang memenuhi kriteria berikut:

- a) Kasus uji yang berkurang, jika jumlahnya lebih dari 1, maka jumlah dari uji kasus tambahan harus didesain untuk mencapai ujicoba yang cukup beralasan.
- b) Kasus uji yang memberitahukan sesuatu tentang keberadaan atau tidaknya suatu jenis kesalahan daripada kesalahan yang terhubung hanya dengan suatu pengujian yang spesifik.

BAB 3**TEORI DAN MEKANISME PENGUJIAN**

Pengujian perangkat lunak adalah proses menjalankan dan mengevaluasi sebuah perangkat lunak secara manual maupun otomatis untuk menguji apakah perangkat lunak sudah memenuhi persyaratan atau belum (Clune dan Rood, 2011) dan (Nakagawa dan Maldonado, 2011). Singkat kata, pengujian adalah aktivitas untuk menemukan dan menentukan perbedaan antara hasil yang diharapkan dengan hasil sebenarnya.

Sebuah pengujian perangkat lunak dapat dilakukan setelah perekayasa membangun implementasi dari suatu konsep abstrak perangkat lunak. Pengujian perangkat lunak pada dasarnya adalah bermaksud “membongkar” perangkat lunak yang telah terbangun.

Sesuai dengan Jin dan Xue (2011) dan Kumamoto dkk. (2010) menyatakan bahwa pengujian bermaksud untuk mencari sebanyak mungkin kesalahan yang ada pada program serta mengevaluasi kualitasnya. Tujuan pengujian perangkat lunak menurut Xie dkk.(2011) adalah menilai apakah perangkat lunak yang dikembangkan telah memenuhi kebutuhan pemakai, menilai apakah tahap pengembangan perangkat lunak telah sesuai dengan metodologi yang digunakan, dan membuat dokumentasi hasil pengujian yang menginformasikan kesesuaian perangkat lunak yang diuji dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Data yang dikumpulkan pada saat pengujian dilakukan akan memberikan indikasi yang baik mengenai reliabilitas dan kualitas perangkat lunak secara keseluruhan.

1. Tahapan Pengujian

Pelaksanaan pengujian sebuah perangkat lunak biasanya disesuaikan dengan metodologi pembangunan perangkat lunak

yang digunakan. Reza (2010) dan Sommerville (2011) menyampaikan bahwa pada umumnya pengujian dilaksanakan setelah tahap pemograman, namun perencanaan pengujian sudah dilakukan mulai tahap analisis. Secara keseluruhan, tahapan dalam pengujian meliputi penentuan apa yang akan diukur, bagaimana pengujian akan dilaksanakan, membangun suatu kasus uji (test case) yaitu sekumpulan data atau situasi yang akan digunakan dalam pengujian, kemudian menetapkan hasil yang akan diharapkan atau hasil yang sebenarnya, menjalankan kasus pengujian dan membandingkan hasil pengujian dengan hasil yang diharapkan.

Pada pengujian tahap analisis menekankan pada validasi terhadap kebutuhan untuk menjamin bahwa kebutuhan telah dispesifikasi dengan benar. Tujuan pengujian pada tahap ini adalah untuk mendapatkan kebutuhan yang layak dan untuk memastikan apakah kebutuhan tersebut sudah dirumuskan dengan baik. Faktor-faktor pengujian yang dilakukan pada tahap analisis yaitu kebutuhan yang berkaitan dengan metodologi, pendefinisian spesifikasi fungsional, penentuan spesifikasi kegunaan, penentuan kebutuhan portabilitas, dan pendefinisian antar muka sistem.

2. Teknik Pengujian

Pada tahapan pengujian diperlukan suatu kasus uji. Kasus uji didesain dengan sasaran utama untuk mendapatkan serangkaian pengujian yang memiliki kemungkinan tertinggi di dalam mengungkap kesalahan pada perangkat lunak sebagaimana dinyatakan oleh Pressman (2010) dan Sommerville (2011). Pengujian dengan kasus uji meliputi pengujian unit (berupa prosedur atau fungsi) dan pengujian sistem. Dalam pengujian unit, unit-unit yang diuji meliputi unit-unit yang ada dalam sistem, sedangkan pengujian sistem dilakukan terhadap sistem secara keseluruhan. Setiap pengujian dilakukan dengan menggunakan berbagai data masukan yang valid maupun tidak.

Mengacu pada Wen-hong dan Xin (2010), produk hasil rekayasa dapat diuji dengan cara: (1) mengetahui fungsi yang ditentukan dimana produk dirancang untuk melakukannya. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa masing-masing fungsi beroperasi dengan sepenuhnya dan mencari kesalahan pada tiap fungsi; (2) mengetahui kerja internal untuk memastikan bahwa komponen internal bekerja sesuai dengan spesifikasi. Sehingga dalam hal ini terdapat dua jenis kasus uji, yaitu pertama pengetahuan fungsi yang spesifik dari produk yang telah dirancang untuk diperlihatkan, test dapat dilakukan untuk menilai masing-masing fungsi apakah telah berjalan sebagaimana yang diharapkan. Kedua, pengetahuan tentang cara kerja dari produk, tes dapat dilakukan untuk memperlihatkan cara kerja dari produk secara rinci sesuai dengan spesifikasinya.

Ada dua macam pendekatan kasus uji yaitu white-box dan black-box. Pendekatan white-box adalah pengujian untuk memperlihatkan cara kerja dari produk secara rinci sesuai dengan spesifikasinya (Jiang, 2012) (Pressman, 2010). Jalur logika perangkat lunak akan dites dengan menyediakan kasus uji yang akan mengerjakan kumpulan kondisi dan pengulangan secara spesifik. Sehingga melalui penggunaan metode ini akan dapat memperoleh kasus uji yang menjamin bahwa semua jalur independen pada suatu model telah diigunakan minimal satu kali, penggunaan keputusan logis pada sisi benar dan salah, pengeksekusian semua loop dalam batasan dan batas operasional perekayasa, serta penggunaan struktur data internal guna menjamin validitasnya. Secara sekilas dapat diambil kesimpulan pendekatan pengujian white-box mengarah untuk mendapatkan program yang benar secara 100%.

Pendekatan black-box merupakan pendekatan pengujian untuk mengetahui apakah semua fungsi perangkat lunak telah berjalan semestinya sesuai dengan kebutuhan fungsional yang telah didefinisikan (Jiang, 2012) (Pressman, 2010). Kasus uji ini

Double Exponential

bertujuan untuk menunjukkan fungsi perangkat lunak tentang cara beroperasinya. Teknik pengujian ini berfokus pada domain informasi dari perangkat lunak, yaitu melakukan kasus uji dengan mempartisi domain input dan output program. Metode black-box memungkinkan perekayasa perangkat lunak mendapatkan serangkaian kondisi input yang sepenuhnya menggunakan semua persyaratan fungsional untuk suatu program. Pengujian ini berusaha menemukan kesalahan dalam kategori fungsi-fungsi yang tidak benar atau hilang, kesalahan interface, kesalahan dalam struktur data atau akses basis data eksternal, kesalahan kinerja, dan inisialisasi dan kesalahan terminasi.

1. Pengujian Sistem (Testing)

Ada 2 jenis pengujian sistem menurut Maturidi (2014:68), yaitu:

a) Black Box Testing

Test case ini bertujuan untuk menunjukkan fungsi PL tentang cara beroperasinya, apakah pemasukan data keluaran telah berjalan sebagaimana yang diharapkan dan apakah informasi yang disimpan secara eksternal selalu dijaga kemutakhirannya.

Pengujian ini berfokus pada persyaratan fungsional perangkat lunak sehingga memungkinkan analisis sistem memperoleh kumpulan kondisi input yang akan mengerjakan seluruh keperluan fungsional program. Pengujian ini tidak terfokus pada struktur kontrol seperti pada pengujian whitebox tetapi pada domain informasi. Adapun tujuan metode ini adalah mencari kesalahan pada:

1. Fungsi yang salah atau hilang
2. Kesalahan pada interface
3. Kesalahan pada struktur data atau akses database
4. Kesalahan informasi
5. Kesalahan

b) *White box Testing*

Uji coba white box merupakan metode desain uji kasus yang menggunakan struktur kontrol dari desain prosedural untuk menghasilkan kasus-kasus uji. Dengan menggunakan metode uji coba *white box*, para pengembang software dapat menghasilkan kasus-kasus uji yang:

1. Menjamin bahwa seluruh independent paths dalam modul telah dilakukan sedikitnya satu kali,
2. Melakukan seluruh keputusan logikal baik dari sisi benar ataupun salah,
3. Melakukan seluruh perulangan sesuai batasannya dan dalam batasan operasionalnya,
4. Menguji struktur data internal untuk memastikan validitasnya.

Double Exponential

BAB 4

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM: CONTOH KASUS

A. Pemodelan Sistem pada Tanaman Strawberry

Pada pemodelan atau perancangan desain sistem, item-item dan komponen dirancang dengan tujuan untuk memudahkan dan mengifisienkan konerja dan aktivitas kerja serta memberikan gambaran umum tentang bagaimana mekanisme yang tepat untuk mendesain suatu sistem sesuai dengan kebutuhan pengguna, kelebihan dan keuntungan disajikan lewat suatu perancangan aplikasi.

1. Use Case



Gambar 2. Kerangka sistem Use case

Double Exponential

Pada *use case* terdapat tiga aktor, perannya adalah sebagai berikut:

a) Penyuluh

Brief description : Penyuluh melakukan akses web, kemudian menginput tahun yang akan ditentukan masa tanam, melihat prediksi pola hujan dan melihat penentuan masa tanam.

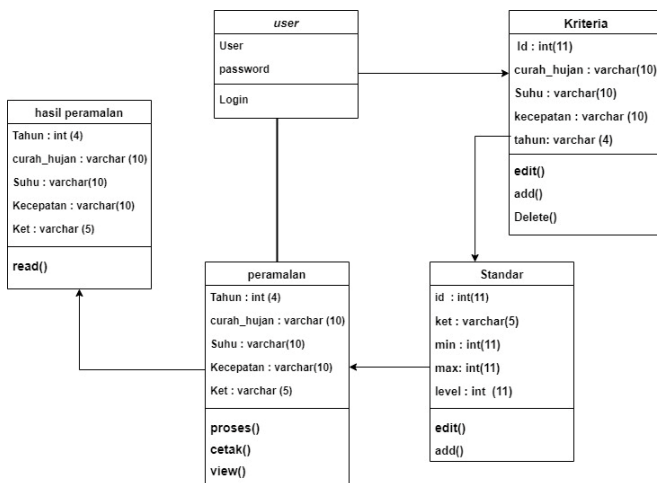
b) Admin

Brief description : Admin melakukan akses web, kemudian admin melakukan *login*, admin mengelolah data kriteria yaitu curah hujan, suhu udara, dan kecepatan angin.

c) Petani

Brief description : Penyuluh melihat dan mencetak hasil penentuan masa tanam.

2. Class diagram



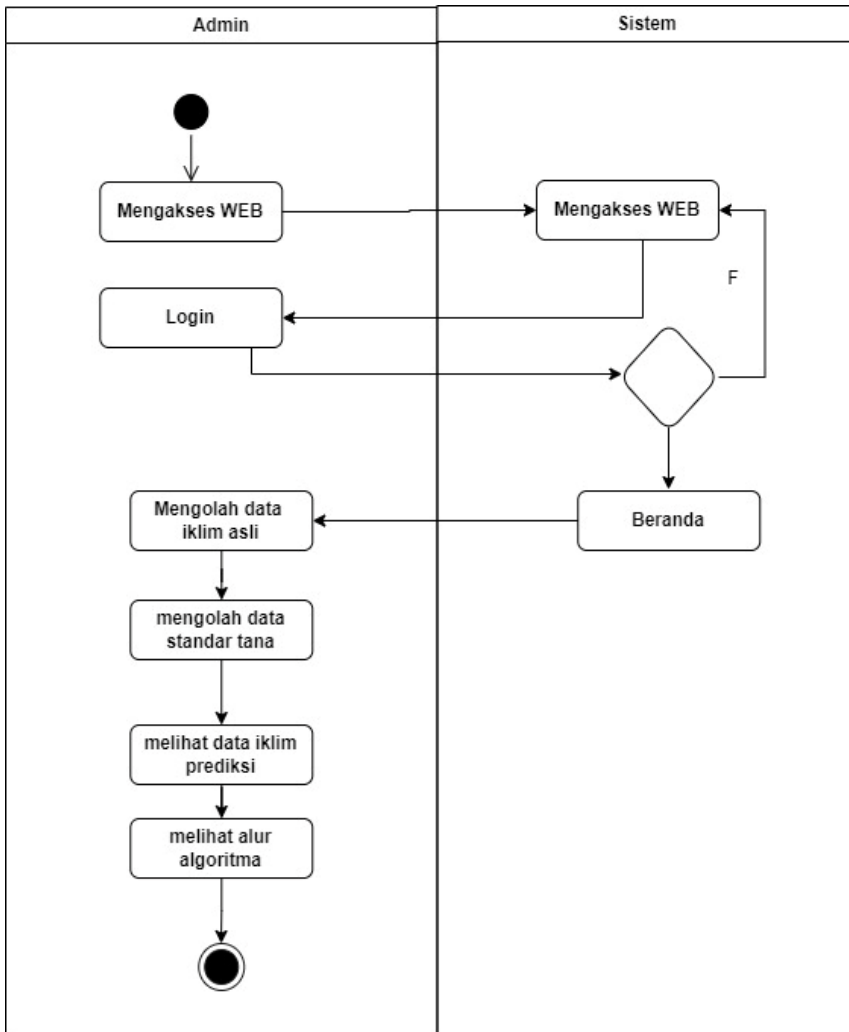
Gambar 3. *Class Diagram*

Dari gambar diatas, beberapa *class* diatas adalah *class* berelasi. Diantaranya *class* yang berelasi adalah *class* kriteria ke *class*

standar, standar ke peramalan, peramalan ke *user*, dan *user* ke kriteria.

3. *Activity Diagram*

a) *Activity diagram admin*

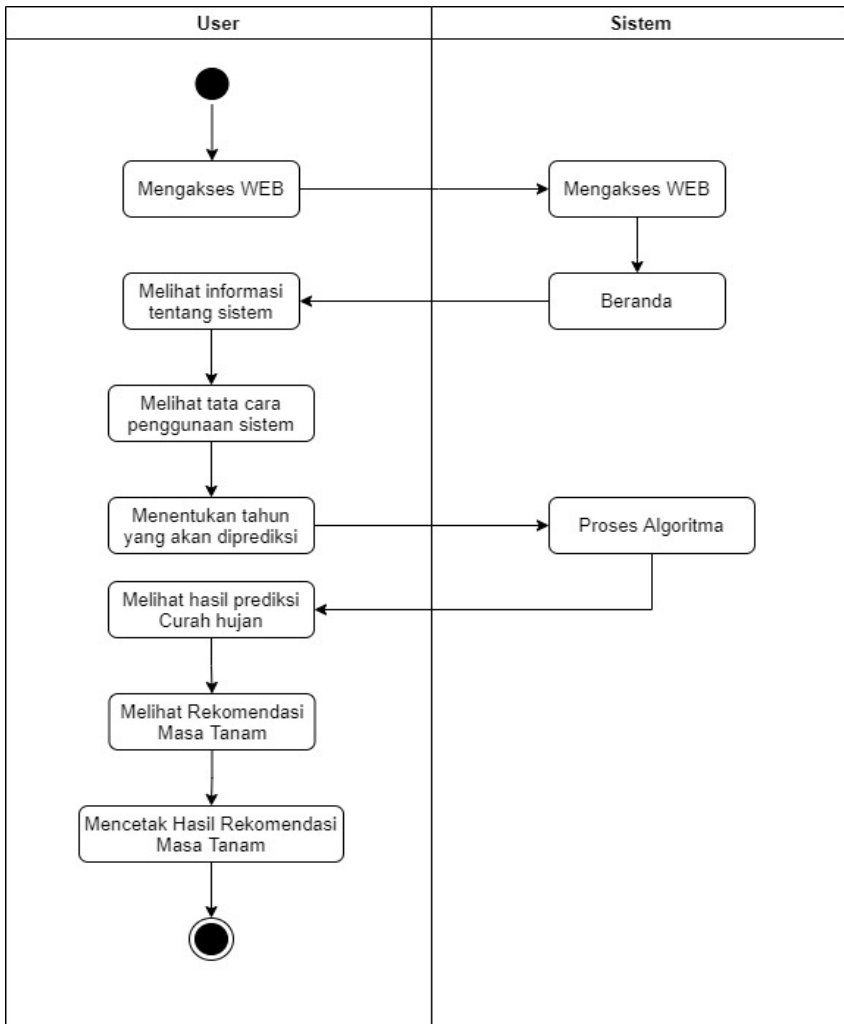


Gambar 4. *Activity diagram admin*

Double Exponential

Activiti diagram admin diatas adalah aktivitas yang dilakukan oleh admin. Aktivitas dimulai dari admin mengakses web dan admin melakukan login. Jika login gagal, maka akan kembali ke aktivitas login. Namun, jika berhasil maka akan masuk ke tampilan beranda dan melakukan aktivitas mengolah data kriteria, mengolah data standar tanam, lalu *log out*.

b) Activity diagram user

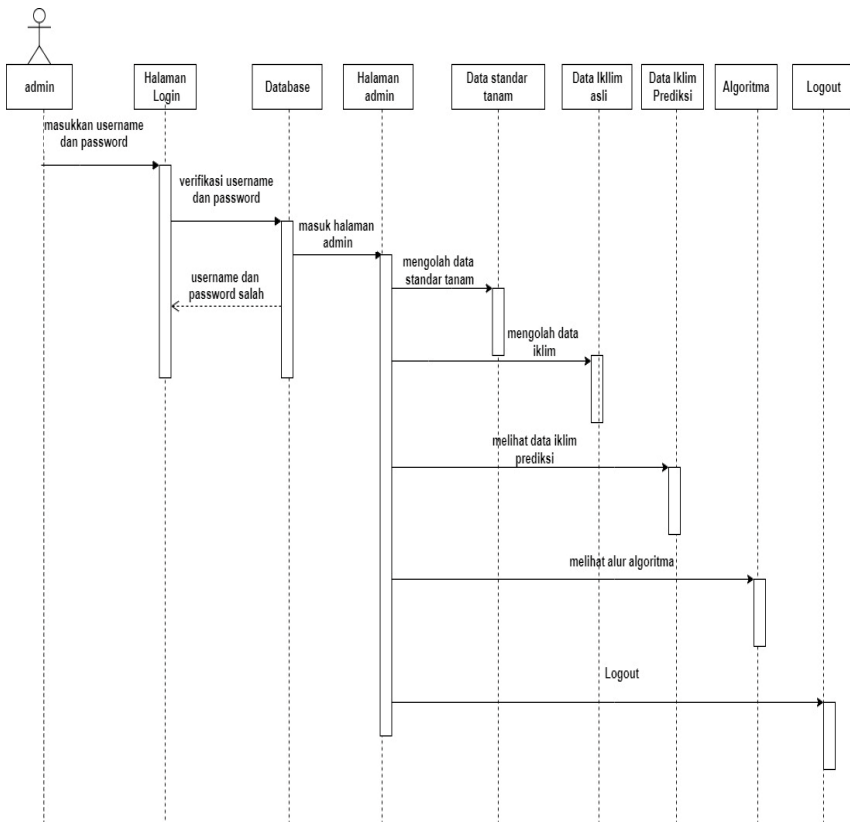


Gambar 5. Activity diagram user

Activity diagram user diatas adalah aktivitas yang dilakukan oleh user. Aktivitas dimulai ketika user melakukan akses web dan menampilkan halaman beranda lalu melihat informasi sistem, melihat tata cara penggunaan sistem, menentukan tahun yang akan diprediksi. Aktivitas selanjutnya yaitu melihat hasil prediksi dan rekomendasi masa tanam serta melakukan aktivita pencetakan data hasil prediksi.

4. Sequence Diagram

a) Sequence diagram admin

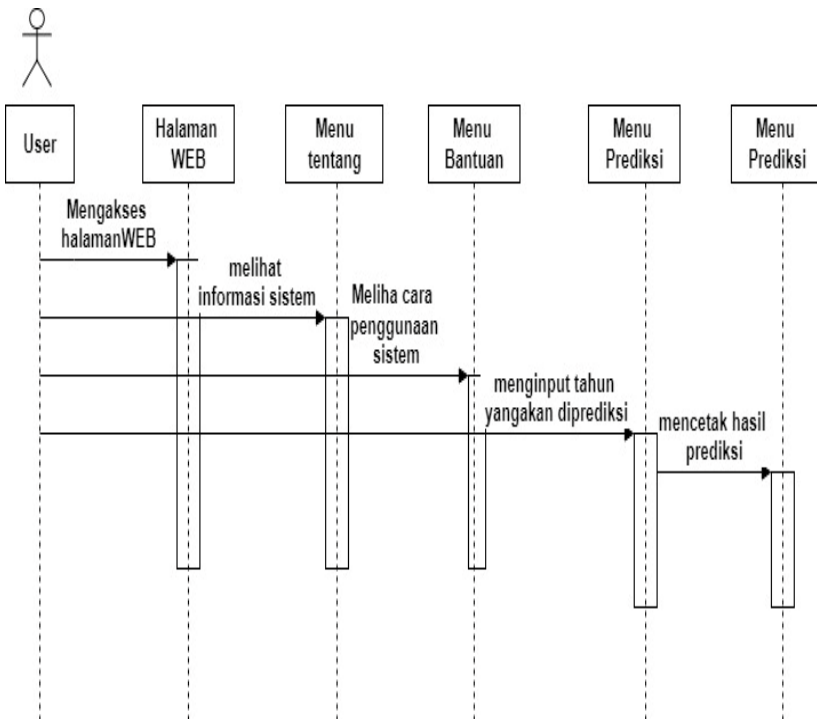


Gambar 6. Sequence diagram admin

Double Exponential

Gambar diatas adalah *Sequence Diagram* admin akan melakukan login terlebih dahulu selanjutnya sistem akan mengecek username dan password dalam database apa bila username atau password salah akan memberikan alert bahwa *username* atau *password* salah, dan apabila benar selanjutnya admin akan mengakses halaman utama admin yang terdapat data iklim dan data standar tanam. Setelah itu, admin juga dapat melakukan *logout* untuk keluar dari sistem.

b) *Sequence diagram user*



Gambar 7. *Sequence diagram user*

Gambar diatas merupakan ilustrasi *Sequence Diagram* user akan membuka halaman web kemudian melihat informasi sistem, melihat cara penggunaan sistem dan menginput tahun yang akan diprediksi serta melakukan pencetakan hasil prediksi.

1) Perancangan Database

a) Struktur tabel

a. Kriteria

Tabel 8. Kriteria

No.	Nama <i>field</i>	Type	Ukuran	Keterangan
1	<i>id</i>	<i>int</i>	11	<i>auto_increment</i>
2	curah_hujan	<i>varchar</i>	10	
3	suhu	<i>varchar</i>	10	
4	kecepatan	<i>varchar</i>	10	
5	tahun	<i>varchar</i>	4	

b. Standar Tanam

Tabel 9. Standar tanam

No.	Nama <i>field</i>	Type	Ukuran	Keterangan
1	<i>id</i>	<i>int</i>	11	<i>auto_increment</i>
2	ket	<i>varchar</i>	50	
3	<i>min</i>	<i>varchar</i>	11	
4	<i>max</i>	<i>varchar</i>	11	
5	<i>level</i>	<i>varchar</i>	11	

c. User

Tabel 10. User

No.	Nama <i>field</i>	Type	Ukuran	Keterangan
1	<i>users</i>	<i>varchar</i>	100	
2	<i>Password</i>	<i>varchar</i>	100	

Double Exponential

d. Prediksi

Tabel 11. Prediksi

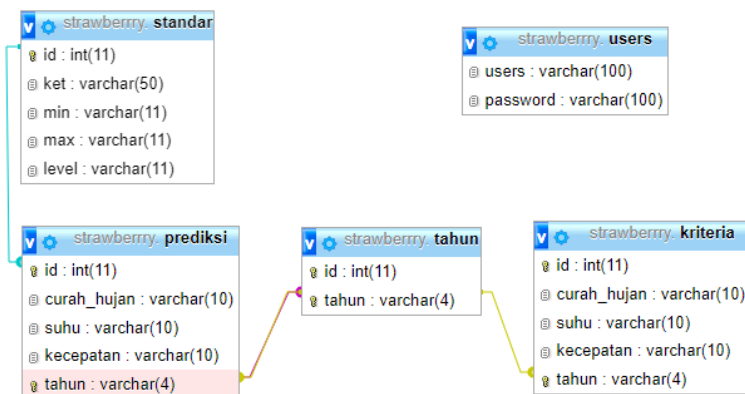
No.	Nama <i>field</i>	Type	Ukuran	Keterangan
1	<i>id</i>	<i>int</i>	11	<i>auto_increment</i>
2	curah_hujan	<i>varchar</i>	10	
3	suhu	<i>varchar</i>	10	
4	kecepatan	<i>varchar</i>	10	
5	tahun	<i>varchar</i>	4	

e. Tahun

Tabel 12. Tahun

No.	Nama <i>field</i>	Type	Ukuran	Keterangan
1	<i>id</i>	<i>int</i>	11	<i>auto_increment</i>
2	tahun	<i>int</i>	4	

b) Relasi Tabel



Gambar 8. Relasi *database*

2) Perancangan Antar Muka

a) Rancangan *output*

a. Rancangan *output* Admin

Gambar 9. *Output* Admin

Halaman diatas adalah halaman yang pertama kali akan dilihat ketika user login sebagai admin pada sistem yang memprediksi masa tanam *strawberry*, terdapat tiga menu antara lain:

- 1) Beranda
- 2) Data Standar Tanam
- 3) Data Iklim

b. Rancangan *Output* Data Standar Tanam

Gambar 10. *Output* Data Standar Tanam

Double Exponential

Halaman diatas merupakan satu diantara menu pada halaman admin yang menampilkan data standar tanam, dimana admin juga dapat mengedit data yang telah ada sebelumnya

c. Rancangan *Output* Data Iklim

Beranda Data Standar Tanam Data Iklim Logout	DATA IKLIM 2016					
	No	Bulan	Curah Hujan	Kecepatan Angin	Suhu Udara	Aksi

Gambar 11. *Output* data iklim

Halaman diatas adalah satu diantara menu pada halaman admin yang menampilkan data iklim selama satu tahun.

d. Rancangan *output* Perhitungan *Double Exponential Smoothing*

Tentang	Beranda	Prediksi Masa Tanam	Bantuan	Login Admin							
PENENTUAN MASA TANAM				Hasil Prediksi							
standar tanam											
Keterangan	Standar	Bulan	Curah Hujan (mm)	Suhu udara (°C)	Kecepatan Angin (km/jam)						
Suhu Udara (°C)											
Kecepatan Angin (km/jam)											
Curah Hujan (mm)											
Jadwal Masa Tanam Tahun 2021											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<input type="button" value="Cetak Dokumen"/>											

Gambar 12. *Output* hasil perhitungan metode

Halaman diatas merupakan satu diantara menu yang dapat diakses oleh penyuluh yang akan menampilkan hasil prediksi.

3) Perancangan Input

a) Rancangan Input Login

The image shows a login form titled "LOGIN ADMIN". It contains three input fields: "Nama Pengguna", "Kata sandi", and a "Masuk" button.

Gambar 13. Input admin

Gambar diatas adalah halaman untuk memasukkan username dan password sebelum masuk pada sistem untuk mengolah data bagi admin yang mempunyai hak akses pada sistem.

b) Rancangan Input ubah Data Standar Tanam

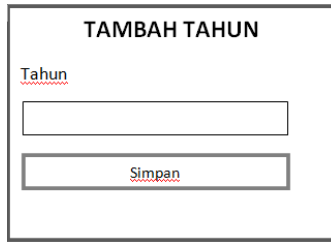
The image shows a form titled "DATA STANDAR TANAM". It contains three sections for inputting standard data: "Curah Hujan rata-rata", "Suhu udara rata-rata", and "Kecepatan Angin rata-rata". Each section has a range input field and "Simpan" and "Batal" buttons.

Gambar 14. Input ubah standar tanam

Gambar diatas adalah rancangan untuk input mengubah data standar tanam oleh admin.

Double Exponential

c) Rancangan input tambah tahun

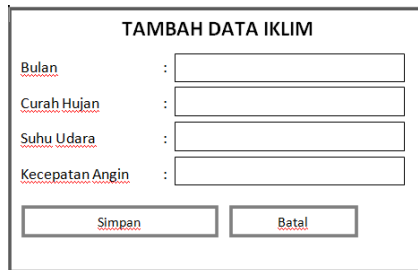


The image shows a rectangular form titled "TAMBAH TAHUN". Inside the form, there is a label "Tahun" followed by a horizontal input field. Below the input field is a button labeled "Simpan".

Gambar 15. Rancangan tambah tahun

Gambar diatas merupakan gambar rancangan tambah tahun untu data iklim aktual.

d) Rancangan tambah data iklim

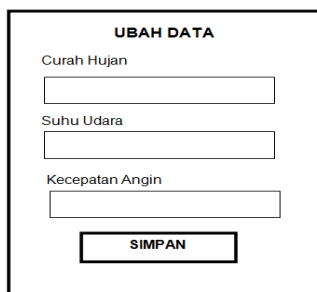


The image shows a rectangular form titled "TAMBAH DATA IKLIM". Inside the form, there are four labels with corresponding input fields: "Bulan", "Curah Hujan", "Suhu Udara", and "Kecepatan Angin". Each label is followed by a colon and an input field. At the bottom of the form, there are two buttons: "Simpan" and "Batal".

Gambar 16. Rancangan input tambah data

Gambar diatas merupakan rancangan untuk menambah data iklim pada halaman data iklim asli.

e) Rancangan input ubah data iklim



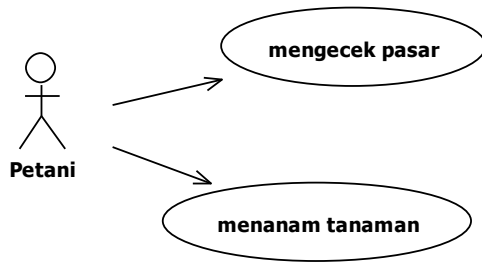
The image shows a rectangular form titled "UBAH DATA". Inside the form, there are three labels with corresponding input fields: "Curah Hujan", "Suhu Udara", and "Kecepatan Angin". Each label is followed by an input field. At the bottom of the form, there is a button labeled "SIMPAN".

Gambar 17. Rancangan input ubah data iklim

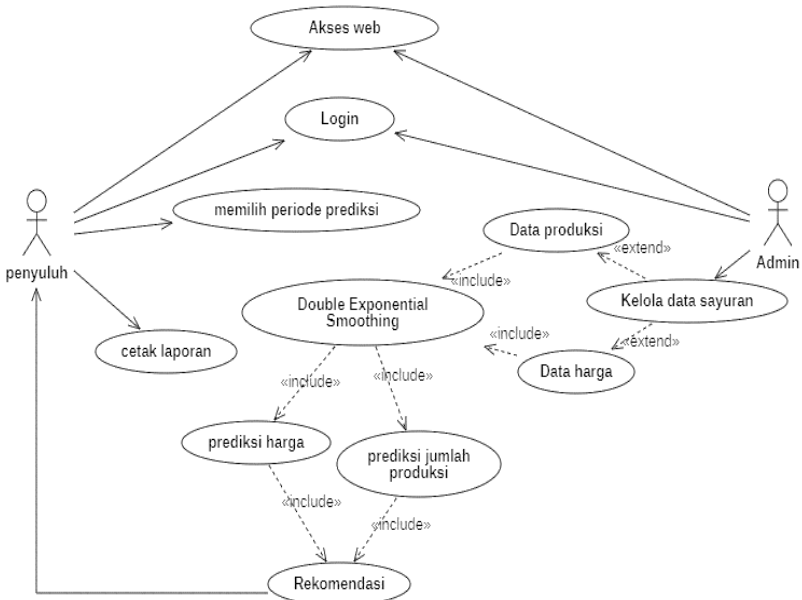
Gambar diatas adalah rancangan input untuk mengubah data iklim oleh admin.

B. Pemodelan Sistem pada Tanaman Berjenis Sayuran

Pada kasus ini, digunakan program *Unified Modelling Language* (UML) diawali dengan perancangan untuk menggambarkan sistem yang berjalan saat ini sesuai prosedur dengan use case diagram sebagai berikut:



Gambar 3.1 Use case diagram sistem yang berjalan

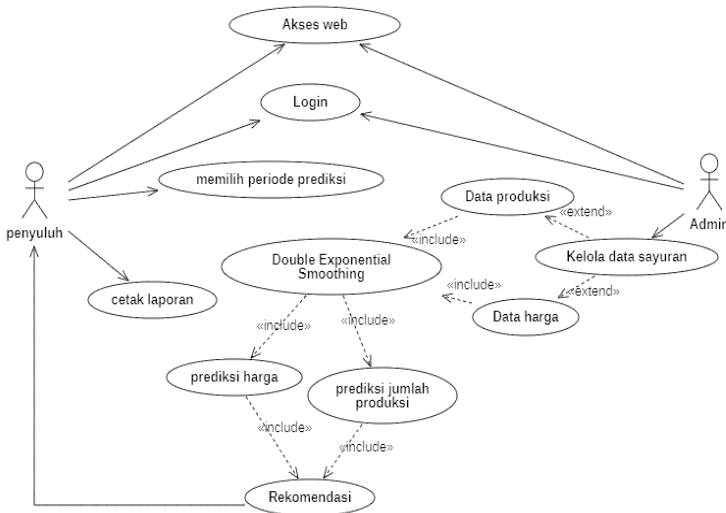


Gambar XX. Sistem yang diusulkan

Double Exponential

Pemodelan yang akan digunakan pada rancangan sistem *Unified Modeling Language* (UML) yang memiliki beberapa komponen didalamnya seperti Use Case, Activity Diagram, dan Sequence Diagram.

1) Use Case Diagram



Gambar 4.1 Use case diagram sistem yang diusulkan

a. Penyuluh

Actor : Penyuluh

Brief Description : Penyuluh mengakses web, login ke sistem, memilih periode prediksi, mencetak laporan hasil rekomendasi.

Main Flow : untuk mendapatkan informasi rekomendasi jenis sayuran, pertama-tama penyuluh melakukan akses ke halaman web dengan login ke sistem dengan menginput username dan password, kemudian penyuluh dapat memilih periode prediksi, maka sistem

menampilkan hasil prediksi dan rekomendasi jenis sayuran pada periode tersebut.

b. Admin

Actor : Admin

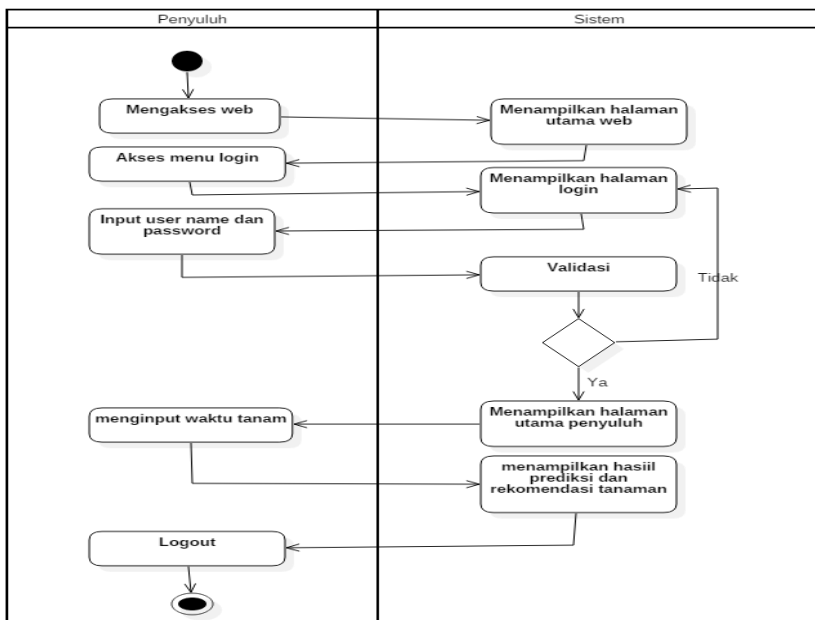
Brief Description : Admin mengakses web, login ke sistem, mengelola data harga sayuran dan data produksi

Main Flow : Admin melakukan login ke sistem untuk mengelola data harga sayuran dan data produksi sayuran.

2) *Activity Diagram*

Activity Diagram adalah gambaran sebuah alur kerja di dalam sistem.

a. *Activity diagram penyuluh*

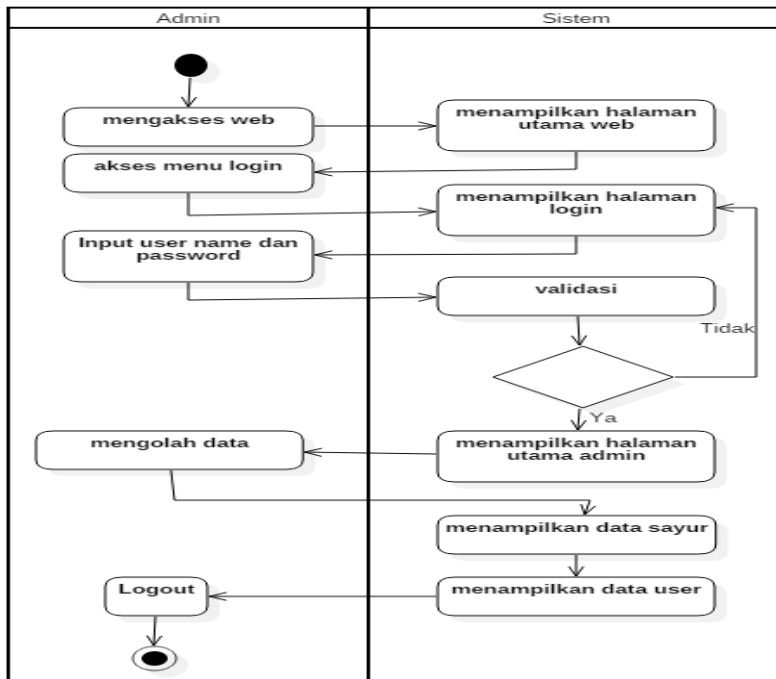


Gambar 4.2. *Activity Diagram* penyuluh

Double Exponential

Pada Gambar 4.2 *Activity Diagram* Penyuluh adalah aktivitas yang dilakukan oleh Penyuluh dan sistem. Aktivitas dimulai dari penyuluh mengakses web kemudian melakukan login. Jika login gagal maka sistem kembali ke aktivitas login. Namun, jika login berhasil maka akan masuk ke halaman utama dan penyuluh akan melakukan aktivitas dengan menginput waktu tanam kemudian melihat hasil rekomendasi tanaman.

b. *Activity diagram* Admin

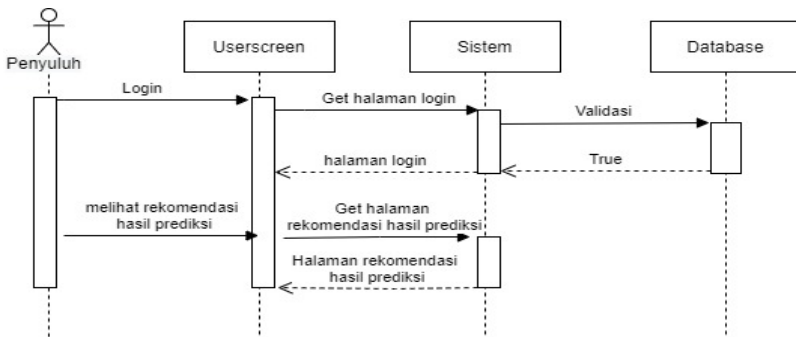


Gambar 4.3. *Activity Diagram* admin

Pada Gambar 4.3 *Activity Diagram* Admin adalah aktivitas yang dilakukan oleh Admin dan sistem. Aktivitas dimulai dari Admin mengakses web kemudian melakukan login. Jika login gagal maka sistem kembali ke aktivitas login. Namun, jika login berhasil maka akan masuk ke halaman utama dan Admin akan melakukan aktivitas mengelola data sayuran dan data penyuluh.

3) Sequence Diagram

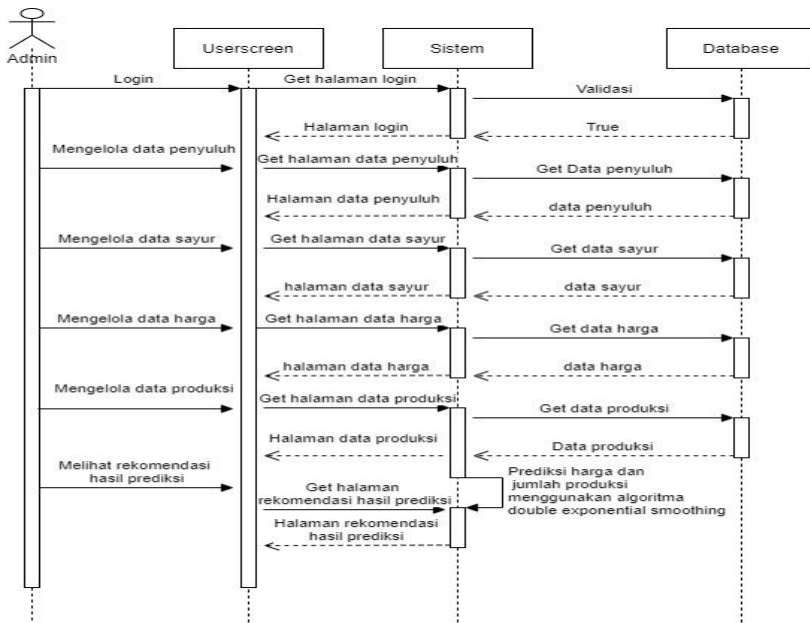
a. Sequence diagram penyuluh



Gambar 4.4 *sequence diagram* penyuluh

Sequence diagram penyuluh di atas menggambarkan dimana penyuluh pertama-tama login terlebih dahulu untuk dapat mengakses halaman utama penyuluh, jika penyuluh berhasil melakukan login maka penyuluh dapat melakukan aktivitas melihat rekomendasi hasil prediksi.

b. Sequence diagram admin

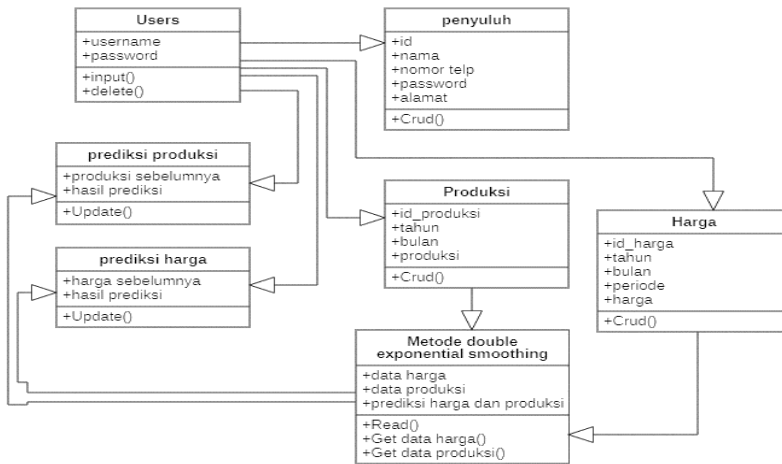


Gambar 4.5. *Sequence diagram* admin

Double Exponential

Sequence diagram admin di atas menggambarkan dimana admin pertama-tama login terlebih dahulu untuk dapat mengakses halaman utama admin, jika admin berhasil melakukan login maka admin dapat melakukan aktivitas mengelola data penyuluh, mengelola data harga dan data produksi sayur, serta melihat rekomendasi hasil prediksi.

4) Class Diagram



Gambar 4.6 Class Diagram

Gambar *class diagram* diatas terdiri dari tujuh kelas yang tentunya berbeda dari setiap kelas. Pada kelas users terdapat pengaturan mengenai nama pengguna dan kata sandi. Pada kelas penyuluh memiliki tugas sebagai penampung data informasi mengenai nama penyuluh, nomor telepon, alamat, dan password. Kemudian pada kelas produksi juga menampung data informasi mengenai data produksi begitu juga dengan kelas harga menampung data informasi mengenai data harga.

Pada kelas prediksi harga dan kelas prediksi produksi akan menampung hasil dari prediksi harga dan prediksi hasil panen. Dan kelas terakhir yaitu kelas metode double exponential smoothing

akan bertugas untuk mengelola data dan akan menghasilkan hasil prediksi harga dan prediksi jumlah produksi.

C. Perancangan Database

1) Struktur tabel

Tabel 4.1 Users

No.	Nama Field	Type	Ukuran	Keterangan
1	Username	Text	100	
2	Password	Text	200	
3	id_user	varchar	5	

Tabel 4.2 Profil

No.	Nama Field	Type	Ukuran	Keterangan
1	id_user	Varchar	5	
2	nama	Varchar	100	
3	no_telp	Varchar	10	
4	alamat	Text		
5	password	Text		

Tabel 4.3 sayur

No.	Nama Field	Type	Ukuran	Keterangan
1	Id_sayur	Int	11	
2	nama	Text	100	
3	gambar	Text	10	
4	deskripsi	Text		
5	Masa	Varchar	10	

Double Exponential

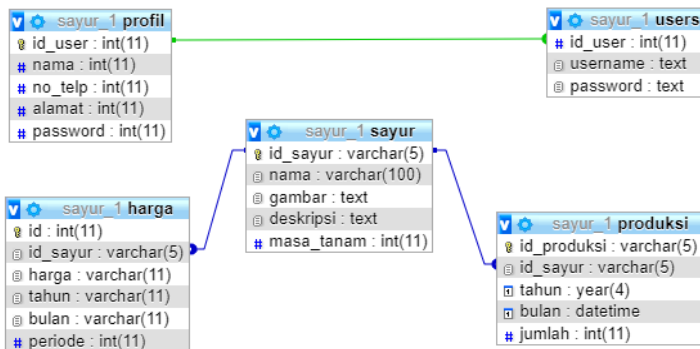
Tabel 4.4 harga

No.	Nama Field	Type	Ukuran	Keterangan
1	Id_harga	Varchar	5	
2	id_sayur	Varchar	5	
3	Harga	Int		
4	Tahun	Int		
5	bulan	Datetime		
6	periode	Int		

Tabel 4.5 produksi

No.	Nama Field	Type	Ukuran	Keterangan
1	Id_produksi	varchar	5	
2	Id_sayur	varchar	5	
3	Tahun	year		
4	Bulan	datetime		
5	Jumlah	Int		

2) Relasi tabel



Gambar di atas merupakan relasi antar tabel di dalam database, dimana tabel profil dan users berelasi, pada relasi tersebut, terdapat primary key

id_user pada tabel profil yang berelasi dengan id_user di tabel users. Sedangkan tabel harga dan produksi berelasi ke tabel sayur, dimana terdapat primary key id_sayur di tabel sayur yang berelasi dengan id_sayur di tabel harga dan produksi.

3) Perancangan Antar Muka

1. Rancangan *output*

a. Rancangan *output* halaman utama admin



Gambar 4.7 Rancangan *Output* Halaman Utama Admin

Rancangan diatas merupakan rancangan *output* dari halaman utama admin yang akan digunakan pada sistem. Halaman utama akan memiliki *navbar* dengan beberapa tambahan fitur menu yang disesuaikan dengan keperluan admin. Adapun isi menu pada *navbar* yaitu: Beranda, data pengguna, data sayur, dan rekomendasi sayur. Selain menu *navbar* sistem juga akan selalu menampilkan *opsi logout*, sehingga memudahkan admin jika ingin keluar dari sistem kapan saja.

b. Rancangan *output* halaman profil pengguna



Gambar 4.8 Rancangan *Output* Halaman Profil Pengguna

Double Exponential

Rancangan output halaman profil pengguna diatas akan digunakan dalam sistem. Pada halaman ini penyuluh dapat mengelola data profilnya dan data username dan password dengan memilih tombol ubah profil ataupun ubah data yang akan ada dalam sistem. Halaman ini juga akan menampilkan informasi mengenai nama penyuluh, alamat penyuluh dan no telepon. Selain itu juga halaman ini akan menampilkan informasi mengenai data pengguna seperti nama pengguna dan kata sandi.

c. Rancangan *output* halaman data produksi sayur

SISTEM REKOMENDASI SAYUR			
Beranda	Data pengguna	Data sayur	Rekomendasi sayur
logout			
DATA PRODUKSI TAHUN ..			
No	Bulan	Produksi	Aksi

Gambar 4.9 Rancangan *Output* Halaman data produksi

Rancangan diatas merupakan rancangan output halaman data panen yang akan diterapkan dalam sistem. Pada halaman ini akan menampilkan data panen yang berisi informasi mengenai data produksi perbulan.

d. Rancangan *output* halaman utama penyuluh

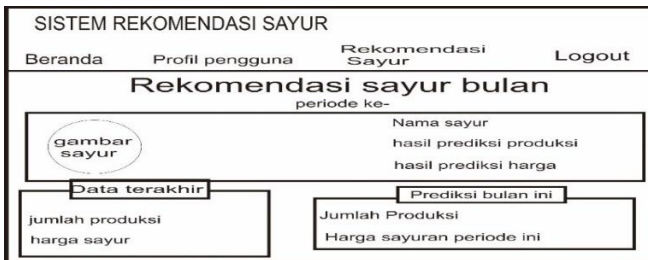
SISTEM REKOMENDASI SAYUR			
Beranda	profil pengguna	rekomendasi sayur	logout
SELAMAT DATANG USER			

Gambar 4.10 Rancangan *Output* Halaman Utama penyuluh

Rancangan diatas merupakan rancangan *output* dari halaman utama penyuluh yang akan digunakan pada sistem. Halaman utama akan

memiliki *navbar* dengan beberapa tambahan fitur menu yang disesuaikan dengan keperluan penyuluh. Adapun isi menu pada *navbar* yaitu: Beranda, profil pengguna, dan rekomendasi sayur. Selain menu *navbar* sistem juga akan selalu menampilkan *opsi logout*, sehingga memudahkan penyuluh jika ingin keluar dari sistem kapan saja.

- e. Rancangan *output* halaman rekomendasi hasil prediksi sayur



Gambar 4.11 Rancangan *Output* Halaman Rekomendasi hasil prediksi sayur

Rancangan diatas merupakan rancangan output halaman rekomendasi sayur yang akan diterapkan pada sistem. Pada halaman ini akan menampilkan informasi hasil prediksi harga sayur dan hasil prediksi produksi sayur pada periode tertentu, halaman ini juga menampilkan data harga dan data produksi periode sebelumnya.

2. Rancangan *input*

- a. Rancangan *Input Login*

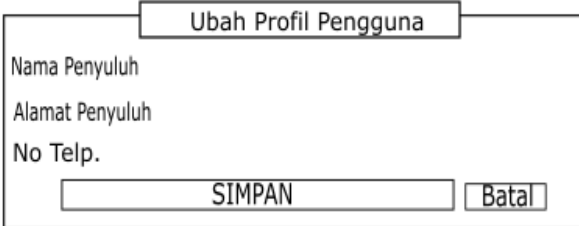


Gambar 4.12 Rancangan *Input Login*

Double Exponential

Gambar diatas merupakan rancangan *input login* dalam sistem. Form ini akan dirancang dengan model dua *inputan* yaitu nama pengguna dan kata sandi. Selanjutnya akan ditambahkan tombol aksi yaitu tombol masuk, yang berfungsi untuk mengirim *inputan* tersebut untuk melalui proses validasi oleh *database*.

b. Rancangan input ubah profil pengguna

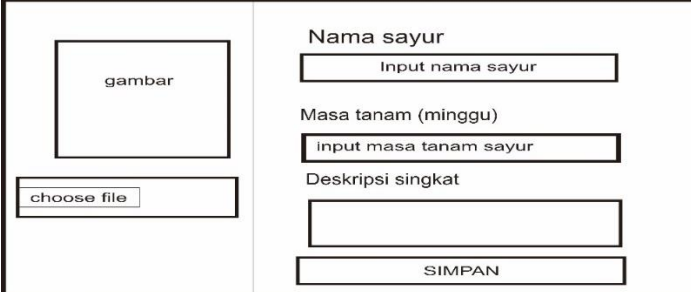


The image shows a form titled "Ubah Profil Pengguna". It contains three text input fields labeled "Nama Penyuluh", "Alamat Penyuluh", and "No Telp.". Below these fields are two buttons: "SIMPAN" and "Batal".

Gambar 4.13 Rancangan *Input* Ubah Profil Pengguna

Form diatas dirancang untuk mengubah informasi mengenai profil pengguna. Rancangan *input* ini akan ditambahkan juga dua tombol aksi, yaitu tombol simpan dan batal.

c. Rancangan *input* ubah data sayur



The image shows a form for updating vegetable data. It is divided into two columns. The left column contains a box labeled "gambar" and a "choose file" button. The right column contains three text input fields labeled "Nama sayur", "Masa tanam (minggu)", and "Deskripsi singkat". Below these fields is a "SIMPAN" button.

Gambar 4.14 Rancangan *Input* Ubah Profil Pengguna

Form diatas dirancang untuk mengubah informasi mengenai data sayur. Rancangan *input* ini akan ditambahkan juga dua tombol aksi, yaitu tombol simpan dan *choose file* untuk menambahkan foto sayur.

d. Rancangan input data pengguna

The form is titled "Ubah Data Pengguna". It contains two text input fields: "Nama Pengguna" and "Kata Sandi". At the bottom, there are two buttons: "Simpan" and "Batal".

Gambar 4.15 Rancangan *Input* Ubah Data Pengguna

Rancangan *input* ubah data pengguna akan berfungsi untuk mengubah data pengguna seperti nama pengguna beserta kata sandi. Form ini juga akan ditambahkan tombol aksi yaitu simpan dan batal.

e. Rancangan *input* ubah data produksi sayur

The form is titled "Ubah Data produksi". It contains a text input field "Data Produksi Bulan ..." and a text input field "Input jumlah produksi". At the bottom, there are two buttons: "SIMPAN" and "Batal".

Gambar 4.16 Rancangan *Input* Ubah Data Produksi

Form diatas merupakan rancangan *input* ubah data sayur yang ada pada halaman data sayur, form ini berfungsi untuk mengubah data produksi sayur. Selain form ini akan ditambahkan tombol aksi berupa tombol simpan dan tombol batal.

f. Rancangan input data harga sayur

The form is titled "Ubah Data Harga". It contains a text input field "Data Harga periode ke ..." and a text input field "Input harga". At the bottom, there are two buttons: "SIMPAN" and "Batal".

Gambar 4.17 Rancangan *Input* Ubah Data Harga

Double Exponential

Form diatas merupakan rancangan *input* ubah data harga yang ada pada halaman data sayur, form ini berfungsi untuk mengubah data harga sayur. Selain itu form ini akan ditambahkan tombol aksi berupa tombol simpan dan tombol batal.

D. Perhitungan Manual Double Exponential Smoothing Kasus Prediksi Masa Tanam Strawberry.

Algoritma adalah prosedur langkah-langkah untuk perhitungan. Algoritma digunakan untuk perhitungan, pemrosesan data dan penalaran otomatis. Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan, suhu udara, dan kecepatan angin dari tahun 2016-2020. Adapun data yang diperoleh adalah sebagai berikut:

Tabel 4.6 Tabel Kriteria

curah hujan					
tahun/bulan	2016	2017	2018	2019	2020
Januari	308	154	497	541	323
Februari	166	337	312	238	134
Maret	369	212	178	315	245
April	306	150	0	141	236
Mei	139	321	346	82	313
Juni	247	468	0	244	307
Juli	238	228	339	5	242
Agustus	20	228	30	4	59
September	179	150	0	0	118
Oktober	136	149	0	0	135
November	357	304	340	121	73
Desember	273	457	0	0	185

suhu udara					
tahun/bulan	2016	2017	2018	2019	2020
Januari	19	19.4	20.5	20.8	21.2
Februari	19.3	18	20.4	20.7	21.5
Maret	19	18.9	21	20.8	21
April	18.8	18.8	21.1	21.2	21.7
Mei	19.6	19.1	20.9	21.1	21.2

Double Exponential

Juni	18.9	18.6	20	20	20.6
Juli	18.4	18	19.9	19.8	19.9
Agustus	18.8	18.6	19.5	19.8	20.7
September	19	21.2	21.7	20.9	21.2
Oktober	19.3	21.3	21.4	22.7	21.6
November	19.4	21.1	21	22.1	22
Desember	19.5	21.4	21	21.1	21.5

kecepatan angin					
tahun/bulan	2016	2017	2018	2019	2020
Januari	3.3	6.5	6.1	5.8	4.5
Februari	3.3	8.6	6.1	3	4.3
Maret	2.9	3.5	4.5	3.9	3.1
April	2.8	3.7	3.9	3.9	3.1
Mei	3	4.3	2.8	4.3	2.9
Juni	1.9	3.4	2.4	4.6	5
Juli	1.8	5.1	2.3	4.5	5.5
Agustus	1.9	5.8	4.5	4.6	4.8
September	2	4.9	6	4.8	6
Oktober	1.9	4.7	4.8	3.1	4.5
November	3.1	3.7	3.7	2.4	3.2
Desember	3.2	5.3	4.4	1.3	3.5

Tabel diatas menunjukkan bahwa data yang didapat bersifat fluktuatif, yang menunjukkan bahwa data tersebut tidak konstan. Data yang telah disajikan memiliki data yang beragam, hal ini menunjukkan bahwa data tersebut mengandung unsur trend, sehingga dapat dianalisis menggunakan metode *Double Exponential Smoothing*. Peramalan dari *Double Exponential Smoothing* menggunakan satu parameter pemulusan yaitu α untuk memuluskan data aktual berkala. Dalam penentuan parameter pemulusan α yang besarnya adalah $0 < \alpha < 1$ dengan cara *trial and error*.

Sebelum dilakukan peramalan, maka terlebih dahulu melakukan pendeklarasian variabel dalam bahasa pemrograman PHP untuk setiap kriteria yang digunakan dan pendeklarasian variabel standar tanam *strawbery*

Double Exponential

Listing

```
foreach ($standar as $q) {  
    $nama[]=$q->ket;  
    $min["$q->ket"][$q->level]=$q->min;  
    $max["$q->ket"][$q->level]=$q->max;  
}
```

```
$i=1;  
foreach ($kriteria as $q) {  
    for ($j=1; $j <=12 ; $j++) {  
        if ($q->minggu == $j) {  
            $d1["$bln[$j]"][$q->tgl]=$q->hujan;  
            ksort($d1["$bln[$j]"]);  
            $d2["$bln[$j]"][$q->tgl]=$q->suhu;  
            ksort($d2["$bln[$j]"]);  
            $d3["$bln[$j]"][$q->tgl]=$q->kecepatan;  
            ksort($d3["$bln[$j]"]);  
        }  
    }  
}
```

a) Peramalan Curah hujan

Tabel 4.7 tabel curah hujan tahun 2016-2020

tahun/bulan	2016	2017	2018	2019	2020
Januari	308	154	497	541	323
Februari	166	337	312	238	134
Maret	369	212	178	315	245
April	306	150	0	141	236
Mei	139	321	346	82	313
Juni	247	468	0	244	307
Juli	238	228	399	5	242
Agustus	20	228	30	4	59
September	179	150	0	0	118
Oktober	136	149	0	0	135
November	357	304	340	121	73
Desember	273	457	0	0	185

Dari tabel 4.7 diatas maka dapat dibuat peramalan tentang curah dengan pemilihan parameter α terbaik dipilih berdasarkan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) terkecil. Nilai α yang telah ditentukan adalah 0,1 sampai dengan 0,9. Hasil perhitungan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) untuk parameter $\alpha=0,1$ sampai $\alpha=0,9$ dapat dilihat pada tabel 4.7

Tabel 4.8 Nilai MAPE curah hujan untuk parameter parameter $\alpha=0,1$ sampai $\alpha=0,9$

α	Mape
0.1	103.63%
0.2	98.44%
0.3	84.77%
0.4	61.44%
0.5	30.69%
0.6	41.77%
0.7	81.15%
0.8	121.11%
0.9	159.29%

Berdasarkan tabel 4.8 dapat diketahui bahwa nilai parameter α yang memberikan nilai *Mean Absolute Percentage Error* terkecil merupakan nilai $\alpha=0,5$ sehingga selanjutnya dapat dilakukan permalan menggunakan metode *double exponential smoothing* dengan nilai parameter $\alpha=0,5$.

Langkah pertama yang harus dilakukan adalah menentukan nilai *Smoothing* pertama untuk bulan Januari tahun 2016 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 S'_t &= \alpha X_t + (1-\alpha) S'_{t-1} \\
 &= 0,5 (308) + (1 - 0,5) (308)
 \end{aligned}$$

Double Exponential

$$\begin{aligned} &= 154 + (0,5) (308) \\ &= 154 + 154 \\ &= 308 \end{aligned}$$

Smoothing pertama untuk bulan januari tahun 2017

$$\begin{aligned} S'_t &= \alpha X_t + (1-\alpha) S'_{t-1} \\ &= 0,5 (154) + (1 - 0,5) (308) \\ &= 77 + (0,5) (308) \\ &= 77 + 154 \\ &= 231 \end{aligned}$$

Smoothing pertama untuk bulan januari tahun 2018

$$\begin{aligned} S'_t &= \alpha X_t + (1-\alpha) S'_{t-1} \\ &= 0,5 (497) + (1 - 0,5) (231) \\ &= 248,5 + (0,5) (231) \\ &= 248,5 + 115,5 \\ &= 364 \end{aligned}$$

Untuk *Smoothing* pertama bulan januari tahun 2019

$$\begin{aligned} S'_t &= \alpha X_t + (1-\alpha) S'_{t-1} \\ &= 0,5 (541) + (1 - 0,5) (364) \\ &= 270,5 + (0,5) (364) \\ &= 270,5 + 182 \\ &= 452,5 \end{aligned}$$

Untuk mencari nilai *smoothing* pertama pada bulan selanjutnya pada tahun 2017 sampai dengan tahun 2019 dilakukan proses yang sama dengan *smoothing* Pertama pada bulan Januari 2017 sampai dengan bulan Januari 2019. Nilai S'_t atau *smoothing* pertaman

setiap bulannya dari tahun 2016 sampai tahun 2019 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.9 Nilai S'_t curah hujan 2016-2019

S't	2016	2017	2018	2019
Jan	308	231	364	452.5
Feb	166	251.5	281.75	259.875
Mar	369	290.5	234.25	274.625
Apr	306	228	114	127.5
Mei	139	230	288	185
Jun	247	357.5	178.75	211.375
Jul	238	233	316	160.5
Agt	20	124	77	40.5
Sep	179	164.5	82.25	41.125
Okt	136	142.5	71.25	35.625
Nov	357	330.5	335.25	228.125
Des	273	365	182.5	91.25

Implementasi rumus *single exponential smoothing* dalam bahasa pemrograman PHP sebagai berikut

```

for ($i=0; $i <5; $i++) {
    if ($i==0) {
        $s1[$i]=($a* $d[$i]) +((1-$a)*$d[$i]);
    }
    else
    {
        $s1[$i]=($a* $d[$i]) +((1-$a)*$s1[$i-1]);
    }
}

```

Setelah ditentukan hasil dari nilai *Single Exponential*, maka langkah selanjutnya adalah menentukan nilai *double exponential* dimana yang dengan penyelesaian sebagai berikut:

Double Exponential

Double exponential smoothing bulan januari 2016

$$\begin{aligned} S''_t &= \alpha S'_t + (1-\alpha) S''_{t-1} \\ &= 0,5 (308) + (1 - 0,5) (308) \\ &= 154 + (0,5) (308) \\ &= 154 + 154 \\ &= 308 \end{aligned}$$

Untuk *double exponential* bulan Januari 2017

$$\begin{aligned} S''_t &= \alpha S'_t + (1-\alpha) S''_{t-1} \\ &= 0,5 (231) + (1 - 0,5) (308) \\ &= 115,5 + (0,5) (308) \\ &= 115,5 + 154 \\ &= 269,5 \end{aligned}$$

Untuk *double exponential* bulan januari 2018

$$\begin{aligned} S''_t &= \alpha S'_t + (1-\alpha) S''_{t-1} \\ &= 0,5 (364) + (1 - 0,5) (269,5) \\ &= 182 + (0,5) (269,5) \\ &= 182 + 134,75 \\ &= 316,75 \end{aligned}$$

Untuk *double exponential* bulan januari 2019

$$\begin{aligned} S''_t &= \alpha S'_t + (1-\alpha) S''_{t-1} \\ &= 0,5 (452,5) + (1 - 0,5) (316,75) \\ &= 226,25 + (0,5) (316,75) \\ &= 226,25 + 158,375 \\ &= 384,625 \end{aligned}$$

Untuk mencari nilai *double exponential smoothing* pada bulan selanjutnya pada tahun 2017 sampai dengan tahun 2019 dilakukan proses yang sama dengan *double exponential smoothing* pada bulan Januari 2017 sampai dengan bulan Januari 2019. Nilai S''_t atau *double exponential smoothing* setiap bulannya dari tahun 2016 sampai tahun 2019 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.10 Nilai S''_t curah hujan 2016-2019

S'' _t	2016	2017	2018	2019
Jan	308	269.5	316.75	384.625
Feb	166	208.75	245.25	252.5625
Mar	369	329.75	282	278.3125
Apr	306	267	190.5	159
Mei	139	184.5	236.25	210.625
Jun	247	302.25	240.5	225.9375
Jul	238	235.5	275.75	218.125
Agt	20	72	74.5	57.5
Sep	179	171.75	127	84.0625
Okt	136	139.25	105.25	70.4375
Nov	357	343.75	339.5	283.8125
Des	273	319	250.75	171

Dalam bahasa pemrograman PHP *double exponential smoothing* dituliskan sebagai berikut:

```

for ($i=0; $i < 5 ; $i++) {
    if ($i==0) {
        $s2[$i]=($a* $s1[$i]) +((1-$a)*$s1[$i]);
    }
    else
    {
        $s2[$i]=($a* $s1[$i]) +((1-$a)*$s2[$i-1]);
    }
}

```

Double Exponential

Setelah ditentukan nilai S''_t , maka penyelesaian selanjutnya yaitu menentukan nilai A_t atau konstanta. Untuk cara penyelesaiannya yaitu 2 dikalikan dengan jumlah curah hujan *Single Exponential* (S'_t) dikurangi dengan hasil penjumlahan *double exponential* S''_t penyelesaiannya adalah sebagai berikut:

Untuk nilai konstanta atau A bulan Januari 2016

$$\begin{aligned}A_t &= 2S'_t - S''_t \\ &= 2(308) - 308 \\ &= 616 - 308 \\ &= 308\end{aligned}$$

Untuk nilai konstanta atau A bulan Januari 2017

$$\begin{aligned}A_t &= 2S'_t - S''_t \\ &= 2(231) - 269,5 \\ &= 462 - 269,5 \\ &= 192,5\end{aligned}$$

Untuk nilai konstanta atau A bulan Januari 2018

$$\begin{aligned}A_t &= 2S'_t - S''_t \\ &= 2(364) - 316,75 \\ &= 728 - 316,75 \\ &= 411,25\end{aligned}$$

Untuk nilai konstanta atau A bulan Januari 2019

$$\begin{aligned}A_t &= 2S'_t - S''_t \\ &= 2(452,5) - 384,625 \\ &= 905 - 384,625 \\ &= 520,375\end{aligned}$$

Untuk mencari nilai konstanta (A_t) bulan selanjutnya pada tahun 2016 sampai dengan tahun 2019 dilakukan proses yang sama pada bulan Januari 2016 sampai dengan bulan Januari 2019. Nilai A_t atau konstanta setiap bulannya dari tahun 2016 sampai tahun 2019 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.11 Nilai A_t curah hujan 2016-2019

At	2016	2017	2018	2019
Jan	308	192.5	411.25	520.375
Feb	166	294.25	318.25	267.188
Mar	369	251.25	186.5	270.938
Apr	306	189	37.5	96
Mei	139	275.5	339.75	159.375
Jun	247	412.75	117	196.813
Jul	238	230.5	356.25	102.875
Agt	20	176	79.5	23.5
Sep	179	157.25	37.5	-1.8125
Okt	136	145.75	37.25	0.8125
Nov	357	317.25	331	172.438
Des	273	411	114.25	11.5

Listing menentukan nilai A_t sebagai berikut:

```

for ($i=0; $i < 5 ; $i++) {
    $k[$i]=(2*$s1[$i])-$s2[$i];
}
    
```

Selanjutnya mencari nilai *Slope* (b_t) dengan menentukan nilai $\frac{\alpha}{(1-\alpha)}$ yang dikalikan dengan hasil penjumlahan dari nilai *single exponential smoothing* (S'_t) kemudian dikurangi dengan hasil penjumlahan dari *Double exponential* (S''_t), yang penyelesaiannya dapat dilihat berikut ini:

Double Exponential

Untuk nilai *slope* (b_t) bulan januari 2016

$$\begin{aligned} b_t &= \frac{\alpha}{(1-\alpha)} S'_t - S''_t \\ &= \frac{0,5}{(1-0,5)} (308 - 308) \\ &= \frac{0,5}{0,5} (0) \\ &= 0 \end{aligned}$$

Untuk nilai *slope* (b_t) bulan januari 2017

$$\begin{aligned} b_t &= \frac{\alpha}{(1-\alpha)} S'_t - S''_t \\ &= \frac{0,5}{(1-0,5)} (231 - 269,5) \\ &= \frac{0,5}{0,5} (-38,5) \\ &= -38,5 \end{aligned}$$

Untuk nilai *slope* (b_t) bulan januari 2018

$$\begin{aligned} b_t &= \frac{\alpha}{(1-\alpha)} S'_t - S''_t \\ &= \frac{0,5}{(1-0,5)} (364 - 316,75) \\ &= \frac{0,5}{0,5} (47,25) \\ &= 47,25 \end{aligned}$$

Untuk nilai *slope* (b_t) bulan januari 2019

$$\begin{aligned}
 b_t &= \frac{\alpha}{(1-\alpha)} S'_t - S''_t \\
 &= \frac{0,5}{(1-0,5)}(452,5 - 384,625) \\
 &= \frac{0,5}{0,5}(67,875) \\
 &= 67,875
 \end{aligned}$$

Untuk mencari nilai *slope* (b_t) bulan selanjutnya pada tahun 2016 sampai dengan tahun 2019 dilakukan proses yang sama pada bulan Januari 2016 sampai dengan bulan Januari 2019. Nilai b_t atau *slope* setiap bulannya dari tahun 2016 sampai tahun 2019 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.12 Nilai b_t curah hujan 2016-2019

bt	2016	2017	2018	2019
Jan	0	-38.5	47.25	67.875
Feb	0	42.75	36.5	7.3125
Mar	0	-39.25	-47.75	-3.6875
Apr	0	-39	-76.5	-31.5
Mei	0	45.5	51.75	-25.625
Jun	0	55.25	-61.75	-14.563
Jul	0	-2.5	40.25	-57.625
Agt	0	52	2.5	-17
Sep	0	-7.25	-44.95	-42.938
Okt	0	3.25	-34	-34.813
Nov	0	-13.25	-4.25	-55.688
Des	0	46	-68.25	-79.75

Double Exponential

Listing mencari nilai b_t

```
for ($i=0; $i < 5 ; $i++) {  
    $b[$i]=($a/(1-$a))*($s1[$i]-$s2[$i]);  
}
```

Nilai b_t setiap bulan dari tahun 2016 sampai tahun 2020 dapat dilihat

Selanjutnya untuk menentukan nilai peramalan atau F_{t+m} dilakukan dengan menjumlahkan nilai α_t dan b_t sudah diperoleh. Berikut ini adalah cara penyelesaiannya:

Peramalan untuk bulan januari tahun 2016

$$\begin{aligned}F_{t+m} &= A_t + b_t \\ &= 308 + 0 \\ &= 308\end{aligned}$$

Peramalan untuk bulan januari tahun 2017

$$\begin{aligned}F_{t+m} &= A_t + b_t \\ &= 192,5 + (-38,5) \\ &= 154\end{aligned}$$

Peramalan untuk bulan januari tahun 2018

$$\begin{aligned}F_{t+m} &= A_t + b_t \\ &= 411,25 + 47,25 \\ &= 458,5\end{aligned}$$

Peramalan untuk bulan januari tahun 2019

$$\begin{aligned}F_{t+m} &= A_t + b_t \\ &= 520,375 + 67,875 \\ &= 588,255\end{aligned}$$

Peramalan untuk bulan januari tahun 2020 dengan $m=2$

$$\begin{aligned}
 F_{t+m} &= A_t + b_t \\
 &= 520,375 + 67,875 (2) \\
 &= 656,125
 \end{aligned}$$

Untuk mencari nilai peramalan bulan selanjutnya pada tahun 2016 sampai dengan tahun 2020 proses yang dilakukan sama dengan peramalan pada bulan januari tahun 2016-2020. Berikut hasil lengkap perhitungan F_{t+m} setiap bulan dari tahun 2016-2020.

Tabel 4.13 Nilai F_{t+m} curah hujan 2016-2020

Ft	2016	2017	2018	2019	2020
Jan	308	154	458.5	588.25	656.125
Feb	166	337	354.95	274.5	281.813
Mar	369	212	138.75	267.25	263.563
Apr	306	150	-39	64.5	33
Mei	139	321	391.5	133.75	108.125
Jun	247	468	55.25	182.25	167.688
Jul	238	228	396.5	45.25	-12.375
Agt	20	228	82	6.5	-10.5
Sep	179	150	-7.25	-44.95	-87.688
Okt	136	149	3.25	-34	-68.813
Nov	357	304	326.75	116.75	61.0625
Des	273	457	46	-68.25	-148

Listing mencari nilai peramalan dalam bahasa pemrograman PHP:

```

$hs11[$key]=$pre-$k[4]+($b[4]*2);

```

Setelah menentukan hasil peramalan maka selanjutnya akan dihitung keakuratan peramalan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

Double Exponential

Untuk nilai PE bulan januari tahun 2016

$$\begin{aligned} PE &= \frac{X_t - F_t}{X_t} \times 100 \\ &= \frac{308 - 308}{308} \times 100 \\ &= 0 \% \end{aligned}$$

Untuk nilai PE bulan januari tahun 2017

$$\begin{aligned} PE &= \frac{X_t - F_t}{X_t} \times 100 \\ &= \frac{154 - 154}{154} \times 100 \\ &= 0 \% \end{aligned}$$

Untuk nilai PE bulan januari tahun 2018

$$\begin{aligned} PE &= \frac{X_t - F_t}{X_t} \times 100 \\ &= \frac{497 - 458,5}{497} \times 100 \\ &= 7,75 \% \end{aligned}$$

Untuk nilai PE bulan januari tahun 2019

$$\begin{aligned} PE &= \frac{X_t - F_t}{X_t} \times 100 \\ &= \frac{541 - 588,25}{541} \times 100 \\ &= -8,73 \% \end{aligned}$$

Untuk nilai PE bulan januari tahun 2020

$$\begin{aligned} PE &= \frac{X_t - F_t}{X_t} \times 100 \\ &= \frac{323 - 656,125}{323} \times 100 \\ &= -103,13 \% \end{aligned}$$

Selanjutnya dilakukan penentuan *Mean Absolute Percetage Error* untuk bulan januari adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 MAPE &= \sum_{t=1}^n \frac{|PE|}{n} \\
 &= \frac{0+0+7,75+(-8,73)+(-103,13)}{5} \\
 &= 20,82 \%
 \end{aligned}$$

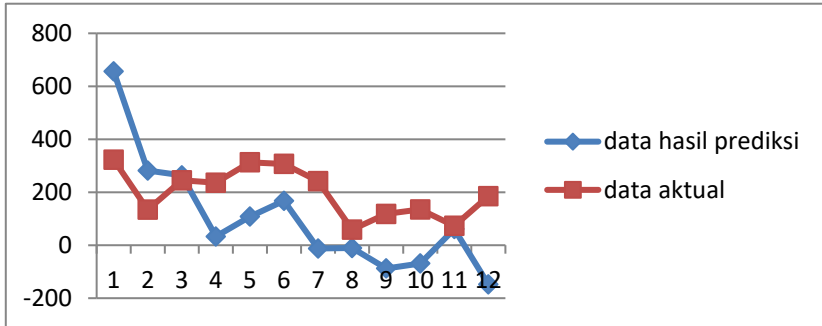
Untuk mencari nilai *Persentage Error* dan *MAPE* bulan selanjutnya pada tahun 2016 sampai dengan tahun 2020 peosesnya sama dengan mencari *Persentage Error* dan *MAPE* pada bulan Januari. Nilai *Persentage Error* dan *MAPE* curah hujan tahun 2016-2020 dapat dilihat pada tabel berikut ini

Tabel 4.14 MAPE curah hujan tahun 2018-2020

At	2016	2017	2018	2019	2020
Jan	0.00%	0.00%	7.75%	-8.73%	-103.13%
Feb	0.00%	0.00%	-13.70%	-15.34%	-110.31%
Mar	0.00%	0.00%	22.05%	15.16%	-7.58%
Apr	0.00%	0.00%	0.00%	54.26%	86.02%
Mei	0.00%	0.00%	-13.15%	-63.11%	65.46%
Jun	0.00%	0.00%	0.00%	25.31%	45.38%
Jul	0.00%	0.00%	0.63%	-805.00%	105.11%
Agt	0.00%	0.00%	-173.33%	-62.50%	117.80%
Sep	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	174.31%
Okt	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	150.97%
Nov	0.00%	0.00%	3.90%	3.51%	16.35%
Des	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	180.00%

Perbandingan hasil prediksi dan dan data aktual dapat dilihat pada gambar berikut ini.

Double Exponential



Gambar 4.17 Grafik perbandingan data prediksi dan data aktual curah hujan tahun 2020

b) Peramalan Suhu Udara

Tabel 4.15 Tabel Suhu udara dari tahun 2016-2020

Tahun	2016	2017	2018	2019	2020
Jan	19	19.4	20.5	20.8	21.2
Feb	19.3	18	20.4	20.7	21.5
Mar	19	18.9	21	20.8	21
Apr	18.8	18.8	21.1	21.2	20.7
Mei	19.6	19.1	20.9	21.1	21.2
Jun	18.9	18.6	20	20	20.6
Jul	18.4	18	19.9	19.8	19.9
Agt	18.8	18.6	19.5	19.8	20.7
Sep	19	21.2	21.7	20.9	21.2
Okt	19.3	21.3	21.4	22.7	21.6
Nov	19.4	21.1	21	22.1	22
Des	19.5	21.4	21	21.1	21.5

Dari tabel 4.13 diatas maka dapat dibuat peramalan tentang curah dengan pemilihan parameter α terbaik dipilih berdasarkan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) terkecil. Nilai α yang telah ditentukan adalah 0,1 sampai dengan 0,9. Hasil perhitungan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) untuk parameter $\alpha=0,1$ sampai $\alpha=0,9$ dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.16 nilai MAPE suhu udara parameter $\alpha=0,1$ sampai $\alpha=0,9$

α	MAPE
0.1	3.75%
0.2	2.17%
0.3	0.83%
0.4	0.63%
0.5	1.19%
0.6	1.72%
0.7	2.09%
0.8	2.25%
0.9	2.20%

Berdasarkan tabel 4.16 dapat diketahui bahwa nilai parameter α yang memberikan nilai *Mean Absolute Percentage Error* terkecil merupakan nilai $\alpha=0,4$ sehingga selanjutnya dapat dilakukan permalan menggunakan metode *double exponential smoothing* dengan nilai parameter $\alpha=0,4$.

Proses yang pemulusan yang akan dilakukan pada kriteria suhu udara sama halnya dengan proses pemulusan yang dilakukan pada curah hujan.

Nilai *single exponential smoothing* (S'_t) suhu udara bulan januari 2016

$$\begin{aligned}
 S'_t &= \alpha X_t + (1-\alpha) S'_{t-1} \\
 &= 0.4(19) + (1-0.4) (19) \\
 &= 7,6 + (0.6) (19) \\
 &= 7,6 + 11,4 \\
 &= 19
 \end{aligned}$$

Double Exponential

Nilai *single exponential smoothing* (S'_t) suhu udara bulan januari 2017

$$\begin{aligned} S'_t &= \alpha X_t + (1-\alpha) S'_{t-1} \\ &= 0.4 (19,4) + (1-0.4) (19) \\ &= 7.76 + (0.6) (19) \\ &= 7.76 + 11,4 \\ &= 19.16 \end{aligned}$$

Nilai *single exponential smoothing* (S'_t) suhu udara bulan januari 2018

$$\begin{aligned} S'_t &= \alpha X_t + (1-\alpha) S'_{t-1} \\ &= 0.4 (20,5) + (1-0.4) (19.16) \\ &= 8,2 + (0.6) (19.16) \\ &= 8,2 + 11,496 \\ &= 19.696 \end{aligned}$$

Nilai *single exponential smoothing* (S'_t) suhu udara bulan januari 2019

$$\begin{aligned} S'_t &= \alpha X_t + (1-\alpha) S'_{t-1} \\ &= 0.4 (20,8) + (1-0.4) (19.696) \\ &= 8,32 + (0.6) (19.696) \\ &= 8,32 + 11,8176 \\ &= 20,1376 \end{aligned}$$

Nilai *single exponential smoothing* (S'_t) suhu udara bulan januari 2020

$$\begin{aligned} S'_t &= \alpha X_t + (1-\alpha) S'_{t-1} \\ &= 0.4 (21,2) + (1-0.4) (20,1376) \\ &= 8,48 + (0.6) (20,1376) \\ &= 8,48 + 12,08256 \\ &= 20,56256 \end{aligned}$$

Untuk mencari nilai *single exponential smoothing* bulan selanjutnya pada tahun 2016 sampai dengan tahun 2019 dilakukan proses yang sama seperti pada bulan Januari. Berikut adalah hasil pemulusan pertama atau *single exponential* (S'_t):

Tabel 4.17 nilai S'_t suhu udara tahun 2016-2019

S't	2016	2017	2018	2019
Jan	19	19.16	19.696	20.1376
Feb	19.3	18.78	19.428	19.9368
Mar	19	18.96	19.776	20.1856
Apr	18.8	18.8	19.72	20.312
Mei	19.6	19.4	20	20.44
Jun	18.9	18.78	19.268	19.5608
Jul	18.4	18.24	18.904	19.2624
Agt	18.8	18.72	19.032	19.3392
Sep	19	19.88	20.608	20.7248
Okt	19.3	20.1	20.62	21.452
Nov	19.4	20.08	20.448	21.1088
Des	19.5	20.26	20.556	20.7736

implementasi dalam bahasa pemrograman PHP sebagai berikut:

```

foreach ($d2 as $key => $value) {
    $j=0;
    foreach ($value as $key1 => $value1) {
        $d[$j]=$value1;
        $j++;
    }
    for ($i=0; $i <5; $i++) {
        if ($i==0) {
            $s1[$i]=($a* $d[$i]) +((1-$a)*$d[$i]);
        }
        else
        {
            $s1[$i]=($a* $d[$i]) +((1-$a)*$s1[$i-1]);
        }
    }
}

```

Double Exponential

Setelah mendapat nilai S'_t , maka selanjutnya akan dilakukan pemulusan kedua atau *Double Exponential* (S''_t) dengan rumus sebagai berikut:

Double exponential bulan januari untuk tahun 2016

$$\begin{aligned} S''_t &= \alpha S'_t + (1-\alpha) S''_{t-1} \\ &= (0.4)(19) + (1-0.4)(19) \\ &= 7,6 + (0.6)(19) \\ &= 7,6 + 11,4 \\ &= 19 \end{aligned}$$

Double exponential bulan januari untuk tahun 2017

$$\begin{aligned} S''_t &= \alpha S'_t + (1-\alpha) S''_{t-1} \\ &= (0.4)(19.16) + (1-0.4)(19) \\ &= 7,664 + (0.6)(19) \\ &= 7,664 + 11,4 \\ &= 19.064 \end{aligned}$$

Double exponential bulan januari untuk tahun 2018

$$\begin{aligned} S''_t &= \alpha S'_t + (1-\alpha) S''_{t-1} \\ &= (0.4)(19.696) + (1-0.4)(19.064) \\ &= 7,8784 + (0.6)(19.064) \\ &= 7,8784 + 11,4384 \\ &= 19.3168 \end{aligned}$$

Double exponential bulan januari untuk tahun 2019

$$\begin{aligned} S''_t &= \alpha S'_t + (1-\alpha) S''_{t-1} \\ &= (0.4)(20,1376) + (1-0.4)(19.3168) \\ &= 8,05504 + (0.6)(19.3168) \\ &= 8,05504 + 11,59008 \\ &= 19.64512 \end{aligned}$$

Untuk mencari nilai *double exponential smoothing* bulan selanjutnya pada tahun 2016 sampai dengan tahun 2019 dilakukan proses yang sama seperti pada bulan Januari. Berikut adalah hasil pemulusan kedua atau *double exponential (S''_t)*:

Tabel 4.18 nilai *S''_t* suhu udara tahun 2016-2019

S't	2016	2017	2018	2019
Jan	19	19.064	19.3168	19.6451
Feb	19.3	19.092	19.2264	19.5106
Mar	19	18.984	19.3008	19.6547
Apr	18.8	18.8	19.168	19.6256
Mei	19.6	19.52	19.712	20.0032
Jun	18.9	18.852	19.0184	19.2354
Jul	18.4	18.336	18.5632	18.8429
Agt	18.8	18.768	18.8736	19.0598
Sep	19	19.352	19.8544	20.2026
Okt	19.3	19.62	20.02	20.5928
Nov	19.4	19.672	19.9824	20.433
Des	19.5	19.804	20.1048	20.3723

Listing

```

for ($i=0; $i < 5 ; $i++) {
    if ($i==0) {
        $s2[$i]=($a* $s1[$i]) +((1-$a)*$s1[$i]);
    }
    else
    {
        $s2[$i]=($a* $s1[$i]) +((1-$a)*$s2[$i-1]);
    }
}

```

Double Exponential

Setelah ditentukan nilai S''_t , maka penyelesaian selanjutnya yaitu menentukan nilai A_t atau konstanta. Untuk cara penyelesaiannya yaitu 2 dikalikan dengan nilai suhu udara *Single Exponential* (S'_t) dikurangi dengan hasil penjumlahan *double exponential smoothing* S''_t sebagai berikut:

Untuk nilai konstanta bulan januari 2016

$$\begin{aligned}A_t &= 2S'_t - S''_t \\&= 2(19) - 19 \\&= 38 - 19 \\&= 19\end{aligned}$$

Untuk nilai konstanta bulan januari 2017

$$\begin{aligned}A_t &= 2S'_t - S''_t \\&= 2(19.16) - 19,064 \\&= 38,32 - 19,064 \\&= 19,256\end{aligned}$$

Untuk nilai konstanta bulan januari 2018

$$\begin{aligned}A_t &= 2S'_t - S''_t \\&= 2(19,696) - 19,3168 \\&= 39,392 - 19,3168 \\&= 20,0752\end{aligned}$$

Untuk nilai konstanta bulan januari 2019

$$\begin{aligned}A_t &= 2S'_t - S''_t \\&= 2(20,1376) - 19,64512 \\&= 40,2752 - 19,64512 \\&= 20,63008\end{aligned}$$

Nilai konstanta A_t untuk bulan selanjutnya tahun 2016 sampai dengan tahun 2019 dilakukan cara yang sama pada proses penentuan nilai A_t bulan Januari. Hasil nilai A_t dapat dilihat pada tabel berikut ini

Tabel 4.19 nilai A_t suhu udara tahun 2016-2019

A_t	2016	2017	2018	2019
Jan	19	19.256	20.0752	20.6301
Feb	19.3	18.468	19.6296	20.363
Mar	19	18.936	20.2512	20.7165
Apr	18.8	18.8	20.272	20.9984
Mei	19.6	19.28	20.288	20.8768
Jun	18.9	18.708	19.5176	19.8862
Jul	18.4	18.144	19.2448	19.6819
Agt	18.8	18.672	19.1904	19.6186
Sep	19	20.408	21.3616	21.247
Okt	19.3	20.58	21.22	22.3112
Nov	19.4	20.488	20.9136	21.7846
Des	19.5	20.716	21.0072	21.1749

Listing

```

for ($i=0; $i <5 ; $i++) {
    $k[$i]=(2*$s1[$i])-$s2[$i];
}
    
```

Setelah nilai A_t didapatkan selanjutnya akan ditentukan nilai trend b_t dengan persamaan sebagai berikut:

Double Exponential

Nilai *slope* b_t untuk bulan januari tahun 2016

$$\begin{aligned} b_t &= \frac{\alpha}{(1-\alpha)} S'_t - S''_t \\ &= \frac{0,4}{(1-0,4)}(19 - 19) \\ &= \frac{0,4}{(0,6)}(0.084) \\ &= 0 \end{aligned}$$

Nilai trend b_t untuk bulan januari tahun 2017

$$\begin{aligned} b_t &= \frac{\alpha}{(1-\alpha)} S'_t - S''_t \\ &= \frac{0,4}{(1-0,4)}(19.16 - 19.064) \\ &= \frac{0,4}{(0,6)}(0.096) \\ &= 0,064 \end{aligned}$$

Nilai trend b_t untuk bulan januari tahun 2018

$$\begin{aligned} b_t &= \frac{\alpha}{(1-\alpha)} S'_t - S''_t \\ &= \frac{0,4}{(1-0,4)}(19.696 - 19,3168) \\ &= \frac{0,4}{(0,6)}(0.3792) \\ &= 0,2528 \end{aligned}$$

Nilai trend b_t untuk bulan januari tahun 2019

$$\begin{aligned} b_t &= \frac{\alpha}{(1-\alpha)} S'_t - S''_t \\ &= \frac{0,4}{(1-0,4)}(20,1376 - 19,64512) \\ &= \frac{0,4}{(0,6)}(0.49248) \\ &= 0,32832 \end{aligned}$$

Nilai *slope* untuk bulan selanjutnya tahun 2016 sampai dengan tahun 2019 dilakukan proses yang sama pada pencarian nilai *slope* b_t bulan januari. Berikut nilai b_t dari tahun 2016-2019

Tabel 4.20 nilai b_t suhu udara pada tahun 2016-2019

bt	2016	2017	2018	2019
Jan	0	0.064	0.2528	0.32832
Feb	0	-0.208	0.1344	0.28416
Mar	0	-0.016	0.3168	0.35392
Apr	0	0	0.368	0.4576
Mei	0	-0.08	0.192	0.2912
Jun	0	-0.048	0.1664	0.2169
Jul	0	-0.064	0.2272	0.27968
Agt	0	-0.032	0.1056	0.18624
Sep	0	0.352	0.5024	0.34816
Okt	0	0.32	0.4	0.5728
Nov	0	0.272	0.3104	0.45056
Des	0	0.304	0.3008	0.26752

Listing

```
for ($i=0; $i < 5 ; $i++) {
    $b[$i]=($a/(1-$a))*($s1[$i]-$s2[$i]);
}
```

Selanjutnya adalah mencari nilai peramalan, nilai peramalan pertama yaitu dari tahun 2016 dengan menambah nilai A_t dan b_t ,

Double Exponential

penentuan nilai nilai peramalan menggunakan rumus sebagai berikut:

Untuk peramalan bulan januari tahun 2016

$$\begin{aligned}F_{t+m} &= A_t + b_t \\ &= 19 + 0 \\ &= 19\end{aligned}$$

Untuk peramalan bulan januari tahun 2017

$$\begin{aligned}F_{t+m} &= A_t + b_t \\ &= 19,256 + 0,064 \\ &= 19,32\end{aligned}$$

Untuk peramalan bulan januari tahun 2018

$$\begin{aligned}F_{t+m} &= A_t + b_t \\ &= 20,0752 + 0.2528 \\ &= 20,328\end{aligned}$$

Untuk peramalan bulan januari tahun 2019

$$\begin{aligned}F_{t+m} &= A_t + b_t \\ &= 20,63008 + 0.32832 \\ &= 20,9584\end{aligned}$$

Untuk peramalan bulan januari tahun 2020 dengan m=2

$$\begin{aligned}F_{t+m} &= A_t + b_t (2) \\ &= 20,63008 + 0.32832 (2) \\ &= 21,28672\end{aligned}$$

Untuk mencari nilai peramalan suhu udara bulan selanjutnya pada tahun 2016 sampai dengan tahun 2020 proses yang dilakukan sama dengan peramalan pada bulan januari tahun 2016-2020. Tabel berikut ini adalah hasil peramalan suhu udara

Tabel 4.21 nilai peramalan suhu udara 2016-2020

Ft	2016	2017	2018	2019	2020
Jan	19	19.32	20.328	20.9584	21.2867
Feb	19.3	18.26	19.764	20.6472	20.9314
Mar	19	18.92	20.568	21.0704	21.4243
Apr	18.8	18.8	20.64	21.456	21.9136
Mei	19.6	19.2	20.48	21.168	21.4592
Jun	18.9	18.66	19.684	20.1032	20.3202
Jul	18.4	18.08	19.472	19.9616	20.2413
Agt	18.8	18.64	19.296	19.8048	19.991
Sep	19	20.76	21.864	21.5952	21.9434
Okt	19.3	20.9	21.62	22.884	23.4568
Nov	19.4	20.76	21.224	22.2352	22.6858
Des	19.5	21.02	21.308	21.4424	21.7099

Listing

$$\text{\$hs12[\$key]}=\text{\$pre}=\text{\$k[4]}+(\text{\$b[4]}*2)$$

Setelah menentukan hasil peramalan maka selanjutnya akan dihitung keakuratan peramalan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

Untuk nilai PE bulan januari tahun 2016

$$\begin{aligned} PE &= \frac{X_t - F_t}{X_t} \times 100 \\ &= \frac{19 - 19}{19} \times 100 \\ &= 0 \% \end{aligned}$$

Untuk nilai PE bulan januari tahun 2017

$$\begin{aligned} PE &= \frac{X_t - F_t}{X_t} \times 100 \\ &= \frac{19,4 - 19,32}{19,4} \times 100 \\ &= 0,41 \% \end{aligned}$$

Double Exponential

Untuk nilai PE bulan januari tahun 2018

$$\begin{aligned} PE &= \frac{X_t - F_t}{X_t} \times 100 \\ &= \frac{20,5 - 20,328}{20,5} \times 100 \\ &= 0,84 \% \end{aligned}$$

Untuk nilai PE bulan januari tahun 2019

$$\begin{aligned} PE &= \frac{X_t - F_t}{X_t} \times 100 \\ &= \frac{20,8 - 20,9584}{20,8} \times 100 \\ &= -0,76 \% \end{aligned}$$

Untuk nilai PE bulan januari tahun 2020

$$\begin{aligned} PE &= \frac{X_t - F_t}{X_t} \times 100 \\ &= \frac{21,2 - 21,2867}{21,2} \times 100 \\ &= -0,41 \% \end{aligned}$$

Selanjutnya dilakukan penentuan *Mean Absolute Percetage Error* untuk bulan januari adalah sebagai berikut

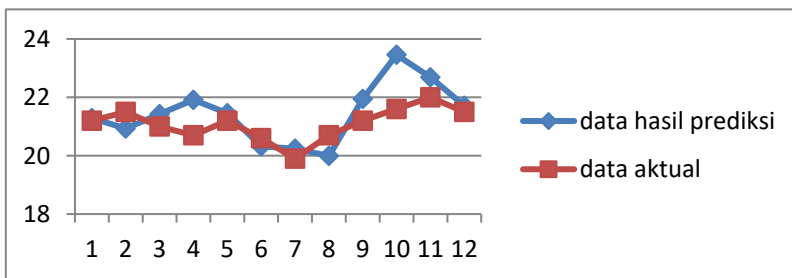
$$\begin{aligned} MAPE &= \sum_{t=1}^n \frac{|PE|}{n} \\ &= \frac{0 + 0,41 + 0,84 + (-0,76) + (-0,41)}{5} \\ &= 0,02 \% \end{aligned}$$

Untuk mencari nilai *percentage error* dan *MAPE* bulan selanjutnya pada tahun 2016 sampai dengan tahun 2020 peosesnya sama dengan mencari *percentage error* dan *MAPE* pada bulan Januari. Nilai *percentage error* dan *MAPE* curah hujan tahun 2016-2020 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.22 PE dan MAPE suhu udara tahun 2018-2020

PE	2016	2017	2018	2019	2020	Total	MAPE
Jan	0.00%	0.41%	0.84%	-0.76%	-0.41%	0.08%	0.02%
Feb	0.00%	-1.44%	3.12%	0.26%	2.64%	4.57%	0.91%
Mar	0.00%	-0.11%	2.06%	-1.30%	-2.02%	-1.37%	0.27%
Apr	0.00%	0.00%	2.18%	-1.21%	-5.86%	-4.89%	0.98%
Mei	0.00%	-0.52%	2.01%	-0.32%	-1.22%	-0.06%	0.01%
Jun	0.00%	-0.32%	1.58%	-0.52%	1.36%	2.10%	0.42%
Jul	0.00%	-0.44%	2.15%	-0.82%	-1.71%	-0.82%	0.16%
Agt	0.00%	-0.22%	1.05%	-0.02%	3.42%	4.23%	0.85%
Sep	0.00%	2.08%	-0.76%	-3.33%	-3.51%	-5.51%	1.10%
Okt	0.00%	1.88%	-1.03%	-0.81%	-8.60%	-8.56%	1.71%
Nov	0.00%	1.61%	-1.07%	-0.61%	-3.12%	-3.18%	0.64%
Des	0.00%	1.78%	-1.47%	-1.62%	-0.98%	-2.29%	0.46%

Perbandingan hasil prediksi dan data aktual dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.18 grafik perbandingan data prediksi dan data aktual suhu udara tahun 2020

Double Exponential

c) Kecepatan Angin

Tabel 4.23 kecepatan angin tahun 2016-2020

Tahun	2016	2017	2018	2019	2020
Jan	3.3	6.5	6.1	5.8	4.5
Feb	3.3	8.6	6.1	3	4.3
Mar	2.9	3.5	4.5	3.9	3.1
Apr	2.8	3.7	3.9	3.9	3.1
Mei	3	4.3	2.8	4.3	2.9
Jun	1.9	3.4	2.4	4.6	5
Jul	1.8	5.1	2.3	4.5	5.5
Agt	1.9	5.8	4.5	4.6	4.8
Sep	2	4.9	6	4.8	6
Okt	1.9	4.9	4.8	3.1	4.5
Nov	3.1	3.7	3.7	2.4	3.2
Des	3.2	5.3	4.4	1.3	3.5

Dari tabel 4.22 diatas maka dapat dibuat peramalan tentang curah dengan pemilihan parameter α terbaik dipilih berdasarkan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) terkecil. Nilai α yang telah ditentukan adalah 0,1 sampai dengan 0,9. Hasil perhitungan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) untuk parameter $\alpha=0,1$ sampai $\alpha=0,9$ dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.25 nilai MAPE kecepatan angin parameter $\alpha=0,1$ sampai $\alpha=0,9$

α	MAPE
0.1	16.11%
0.2	8.70%
0.3	5.89%
0.4	6.46%
0.5	8.45%
0.6	11.27%
0.7	14.41%
0.8	17.85%
0.9	21.13%

Berdasarkan tabel 4.25 dapat diketahui bahwa nilai parameter α yang memberikan nilai *Mean Absolute Percentage Error* terkecil merupakan nilai $\alpha=0,3$ sehingga selanjutnya dapat dilakukan permalan menggunakan metode *double exponential smoothing* dengan nilai parameter $\alpha=0,3$.

Proses yang pemulusan yang akan dilakukan pada kriteria kecepatan angin sama halnya dengan proses pemulusan yang dilakukan pada curah hujan dan suhu udara yang menggunakan rumus sebagai berikut:

Nilai *single exponential smoothing* untuk bulan januari tahun 2016

$$\begin{aligned} S'_t &= \alpha X_t + (1-\alpha) S'_{t-1} \\ &= 0,3(3,3) + (1-0,3)(3,3) \\ &= 0,99 + (0,7)(3,3) \\ &= 0,99 + 2,31 \\ &= 3,3 \end{aligned}$$

Nilai *single exponential smoothing* untuk bulan januari tahun 2017

$$\begin{aligned} S'_t &= \alpha X_t + (1-\alpha) S'_{t-1} \\ &= 0,3(6,5) + (1-0,3)(3,3) \\ &= 1,95 + (0,7)(3,3) \\ &= 1,95 + 2,31 \\ &= 4,26 \end{aligned}$$

Nilai *single exponential smoothing* untuk bulan januari tahun 2018

$$\begin{aligned} S'_t &= \alpha X_t + (1-\alpha) S'_{t-1} \\ &= 0,3(6,1) + (1-0,3)(4,26) \\ &= 1,83 + (0,7)(4,26) \\ &= 1,83 + 2,982 \\ &= 4,812 \end{aligned}$$

Double Exponential

Nilai *single exponential smoothing* untuk bulan januari tahun 2018

$$\begin{aligned} S'_t &= \alpha X_t + (1-\alpha) S'_{t-1} \\ &= 0,3(5,8) + (1-0,3)(4,812) \\ &= 1,74 + (0,7)(4,812) \\ &= 1,74 + 3,3684 \\ &= 5,1084 \end{aligned}$$

Untuk mencari nilai *single exponential smoothing* bulan selanjutnya pada tahun 2016 sampai dengan tahun 2019 dilakukan proses yang sama seperti pada bulan Januari. Berikut adalah hasil pemulusan pertama atau *single exponential* (S'_t):

Tabel 4.26 nilai S'_t kecepatan angin 2016-2019

S't	2016	2017	2018	2019
Jan	3.3	4.26	4.812	5.1084
Feb	3.3	4.89	5.253	4.5771
Mar	2.9	3.08	3.506	3.6242
Apr	2.8	3.07	3.319	3.4933
Mei	3	3.39	3.213	3.5391
Jun	1.9	2.35	2.365	3.0355
Jul	1.8	2.79	2.643	3.2001
Agt	1.9	3.07	3.499	3.8293
Sep	2	2.87	3.809	4.1063
Okt	1.9	2.74	3.358	3.2806
Nov	3.1	3.28	3.406	3.1042
Des	3.2	3.83	4.001	3.1907

Implementasi *Single Exponential smoothing* dalam bahasa pemrograman PHP adalah sebagai berikut:

```

foreach ($d3 as $key => $value) {
    $j=0;
    foreach ($value as $key1 => $value1) {
        $d[$j]=$value1;
        $j++;
    }
    for ($i=0; $i <5; $i++) {
    if ($i==0) {
        $s1[$i]=($a* $d[$i]) +((1-$a)*$d[$i]);
    }
    else
    {
        $s1[$i]=($a* $d[$i]) +((1-$a)*$s1[$i-1]);
    }
    }
}

```

Setelah mendapat nilai S'_t , maka selanjutnya akan dilakukan pemulusan kedua atau *Double Exponential* (S''_t) dengan rumus sebagai berikut:

Double exponential smoothing (S''_t) untuk bulan januari tahun 2016

$$\begin{aligned}
 S''_t &= \alpha S'_t + (1-\alpha) S''_{t-1} \\
 &= 0.3(3.3) + (1-0.3)(3.3) \\
 &= 0,99 + (0,7)(3.3) \\
 &= 0,99 + 2,31 \\
 &= 3.3
 \end{aligned}$$

Double exponential smoothing (S''_t) untuk bulan januari tahun 2017

$$\begin{aligned}
 S''_t &= \alpha S'_t + (1-\alpha) S''_{t-1} \\
 &= 0.3(4,26) + (1-0.3)(3.3) \\
 &= 1,278 + (0,7)(3.3) \\
 &= 1,278 + 2,31 \\
 &= 3.588
 \end{aligned}$$

Double Exponential

Double exponential smoothing (S''_t) untuk bulan januari tahun 2018

$$\begin{aligned} S''_t &= \alpha S'_t + (1-\alpha) S''_{t-1} \\ &= 0.3(4,812) + (1-0.3)(3.588) \\ &= 1,4436 + (0,7)(3.588) \\ &= 1,4436 + 2,5116 \\ &= 3.9552 \end{aligned}$$

Double exponential smoothing (S''_t) untuk bulan januari tahun 2019

$$\begin{aligned} S''_t &= \alpha S'_t + (1-\alpha) S''_{t-1} \\ &= 0.3(5,1084) + (1-0.3)(3.9552) \\ &= 1,53252 + (0,7)(3.9552) \\ &= 1,53252 + 2,76864 \\ &= 4,30116 \end{aligned}$$

Untuk mencari nilai *double exponential smoothing* (S''_t) bulan selanjutnya tahun 2016 sampai dengan tahun 2019 prosesnya sama dengan cara mencari nilai *double exponential smoothing* (S''_t) pada bulan januari. Hasil *double exponential smoothing* (S''_t) seperti pada tabel berikut ini

Tabel 4.27 nilai S''_t kecepatan angin tahun 2016-2020

S''_t	2016	2017	2018	2019
Jan	3.3	3.588	3.9552	4.30116
Feb	3.3	3.777	4.2198	4.32699
Mar	2.9	2.954	3.1196	3.27098
Apr	2.8	2.881	3.0124	3.15667
Mei	3	3.117	3.1458	3.26379
Jun	1.9	2.035	2.134	2.40445
Jul	1.8	2.097	2.2608	2.54259
Agt	1.9	2.251	2.6254	2.98657
Sep	2	2.261	2.7254	3.13967
Okt	1.9	2.152	2.5138	2.74384
Nov	3.1	3.154	3.2296	3.19198
Des	3.2	3.389	3.5726	3.45803

Listing

```

for ($i=0; $i < 5 ; $i++) {
    if ($i==0) {
        $s2[$i]=($a* $s1[$i]) +((1-$a)*$s1[$i]);
    }
    else
    {
        $s2[$i]=($a* $s1[$i]) +((1-$a)*$s2[$i-1]);
    }
}

```

Setelah ditentukan nilai S''_t , maka penyelesaian selanjutnya yaitu menentukan nilai A_t . Untuk cara penyelesaiannya yaitu 2 dikalikan dengan jumlah kecepatan angin *Single Exponential* (S'_t) dikurangi dengan hasil penjumlahan *double exponential Smoothing* sebagai berikut:

Double Exponential

Nilai konstanta A_t bulan januari tahun 2016

$$\begin{aligned}A_t &= 2S'_t - S''_t \\&= 2(3.3) - 3.3 \\&= 6.6 - 3.3 \\&= 3.3\end{aligned}$$

Nilai konstanta A_t bulan januari tahun 2017

$$\begin{aligned}A_t &= 2S'_t - S''_t \\&= 2(4.26) - 3.588 \\&= 8.52 - 3.588 \\&= 4.932\end{aligned}$$

Nilai konstanta A_t bulan januari tahun 2018

$$\begin{aligned}A_t &= 2S'_t - S''_t \\&= 2(4.812) - 3.9552 \\&= 9.624 - 3.9552 \\&= 5.6688\end{aligned}$$

Nilai konstanta A_t bulan januari tahun 2019

$$\begin{aligned}A_t &= 2S'_t - S''_t \\&= 2(5.1084) - 4.30116 \\&= 10.2168 - 4.30116 \\&= 5.91564\end{aligned}$$

Untuk mencari nilai konstanta A_t bulan selanjutnya tahun 2016 sampai dengan tahun 2019 dilakukan cara yang sama seperti pada bulan Januari. Hasil perhitungan nilai A_t kecepatan angin adalah sebagai berikut:

Tabel 4.28 nilai A_t kecepatan angin tahun 2017-2019

At	2016	2017	2018	2019
Jan	3.3	4.932	5.6688	5.91564
Feb	3.3	6.003	6.2862	4.82721
Mar	2.9	3.206	3.8924	3.97742
Apr	2.8	3.259	3.6256	3.82993
Mei	3	3.663	3.2802	3.81441
Jun	1.9	2.665	2.596	3.66655
Jul	1.8	3.483	3.0252	3.85761
Agt	1.9	3.889	4.3726	4.67203
Sep	2	3.479	4.8926	5.07293
Okt	1.9	3.328	4.2022	3.81736
Nov	3.1	3.406	3.5824	3.01642
Des	3.2	4.271	4.4294	2.92337

Listing

```
for ($i=0; $i < 5 ; $i++) {
    $k[$i]=(2*$s1[$i])-$s2[$i];
}
```

Setelah nilai A_t didapatkan selanjutnya akan ditentukan nilai *slope* b_t dengan persamaan sebagai berikut.

Nilai *slope* b_t bulan januari 2016

$$\begin{aligned}
 b_t &= \frac{\alpha}{(1-\alpha)} S'_t - S''_t \\
 &= \frac{0,3}{(1-0,3)}(3.3 - 3.3) \\
 &= \frac{0,3}{(0.7)}(0) \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

Double Exponential

Nilai *slope* b_t bulan januari 2017

$$\begin{aligned} b_t &= \frac{\alpha}{(1-\alpha)} S'_t - S''_t \\ &= \frac{0,3}{(1-0,3)}(4,26 - 3,588) \\ &= \frac{0,3}{(0,7)}(0,672) \\ &= 0,288 \end{aligned}$$

Nilai *slope* b_t bulan januari 2018

$$\begin{aligned} b_t &= \frac{\alpha}{(1-\alpha)} S'_t - S''_t \\ &= \frac{0,3}{(1-0,3)}(4,8152 - 3,9552) \\ &= \frac{0,3}{(0,7)}(0,86) \\ &= 0,3672 \end{aligned}$$

Nilai *slope* b_t bulan januari 2019

$$\begin{aligned} b_t &= \frac{\alpha}{(1-\alpha)} S'_t - S''_t \\ &= \frac{0,3}{(1-0,3)}(5,1084 - 4,30116) \\ &= \frac{0,3}{(0,7)}(0,80724) \\ &= 0,34596 \end{aligned}$$

Nilai *slope* untuk bulan selanjutnya tahun 2017 sampai dengan tahun 2019 dilakukan proses yang sama pada pencarian nilai *slope* b_t bulan januari. Berikut nilai b_t dari tahun 2016-2019 dapat dilihat pada tabel 4.29:

Tabel 4.29 nilai b_t kecepatan angin tahun 2017-2020

bt	2016	2017	2018	2019
Jan	0	0.288	0.3672	0.34596
Feb	0	0.477	0.4428	0.10719
Mar	0	0.054	0.1656	0.15138
Apr	0	0.081	0.1314	0.14427
Mei	0	0.117	0.0288	0.11799
Jun	0	0.135	0.099	0.27045
Jul	0	0.297	0.1638	0.28179
Agt	0	0.351	0.3744	0.36117
Sep	0	0.261	0.4644	0.41427
Okt	0	0.252	0.3618	0.23004
Nov	0	0.054	0.0756	-0.03762
Des	0	0.189	0.1836	-0.11457

Listing

```

for ($i=0; $i <5 ; $i++) {
    $b[$i]=($a/(1-$a))*($s1[$i]-$s2[$i]);
}
    
```

Selanjutnya adalah mencari nilai peramalan, nilai peramalan pertama yaitu dari tahun 2016 dengan menambah nilai A_t dan b_t , penentuan nilai nilai peramalan menggunakan rumus sebagai berikut:

Double Exponential

Nilai Peramalan untuk bulan januari tahun 2016

$$\begin{aligned}F_{t+m} &= A_t + b_t \\ &= 3,3 + 0 \\ &= 3.3\end{aligned}$$

Nilai Peramalan untuk bulan januari tahun 2017

$$\begin{aligned}F_{t+m} &= A_t + b_t \\ &= 4,932 + 0,288 \\ &= 5,22\end{aligned}$$

Nilai Peramalan untuk bulan januari tahun 2018

$$\begin{aligned}F_{t+m} &= A_t + b_t \\ &= 5,6688 + 0.3672 \\ &= 6,036\end{aligned}$$

Nilai Peramalan untuk bulan januari tahun 2019

$$\begin{aligned}F_{t+m} &= A_t + b_t \\ &= 5,91564 + 0.34596 \\ &= 6,2616\end{aligned}$$

Nilai Peramalan untuk bulan januari tahun 2020

$$\begin{aligned}F_{t+m} &= A_t + b_t(2) \\ &= 5,91564 + 0.34596(2) \\ &= 6,60756\end{aligned}$$

Untuk melakukan peramalan bulan Februari sampai dengan bulan Desember tahun 2016 sampai 2020 cara penyelesaiannya sama dengan peramalan kecepatan angin bulan Januari. tabel berikut ini adalah hasil peramalan kecepatan angin:

Tabel 4.30 nilai peramalan kecepatan angin 2016-2020

Ft	2016	2017	2018	2019	2020
Jan	3.3	5.22	6.036	6.2616	6.60756
Feb	3.3	6.48	6.729	4.9344	5.04159
Mar	2.9	3.26	4.058	4.1288	4.28018
Apr	2.8	3.34	3.757	3.9742	4.11847
Mei	3	3.78	3.309	3.9324	4.05039
Jun	1.9	2.8	2.695	3.937	4.20745
Jul	1.8	3.78	3.189	4.1394	4.42119
Agt	1.9	4.24	4.947	5.0332	5.39437
Sep	2	3.74	5.357	5.4872	5.90147
Okt	1.9	3.58	4.564	4.0474	4.27744
Nov	3.1	3.46	3.658	2.9788	2.94118
Des	3.2	4.46	4.613	2.8088	2.69423

Listing

$$\text{\$hs13[\$key]}=\text{\$pre}=\text{\$k[4]}+(\text{\$b[4]}*2);$$

Setelah menentukan hasil peramalan maka selanjutnya akan dihitung keakuratan peramalan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

Untuk nilai PE bulan januari tahun 2016

$$\begin{aligned} PE &= \frac{X_t - F_t}{X_t} \times 100 \\ &= \frac{3,3 - 3,3}{3,3} \times 100 \\ &= 0 \% \end{aligned}$$

Untuk nilai PE bulan januari tahun 2017

$$\begin{aligned} PE &= \frac{X_t - F_t}{X_t} \times 100 \\ &= \frac{6,5 - 5,22}{6,5} \times 100 \\ &= 19,69 \% \end{aligned}$$

Double Exponential

Untuk nilai PE bulan januari tahun 2018

$$\begin{aligned} PE &= \frac{X_t - F_t}{X_t} \times 100 \\ &= \frac{6,1 - 6,036}{6,1} \times 100 \\ &= 1,05 \% \end{aligned}$$

Untuk nilai PE bulan januari tahun 2019

$$\begin{aligned} PE &= \frac{X_t - F_t}{X_t} \times 100 \\ &= \frac{5,8 - 6,2616}{5,8} \times 100 \\ &= -7,96 \% \end{aligned}$$

Untuk nilai PE bulan januari tahun 2020

$$\begin{aligned} PE &= \frac{X_t - F_t}{X_t} \times 100 \\ &= \frac{4,5 - 6,60756}{4,5} \times 100 \\ &= -46,83 \% \end{aligned}$$

Selanjutnya dilakukan penentuan *Mean Absolute Percetage Error* untuk bulan januari adalah sebagai berikut

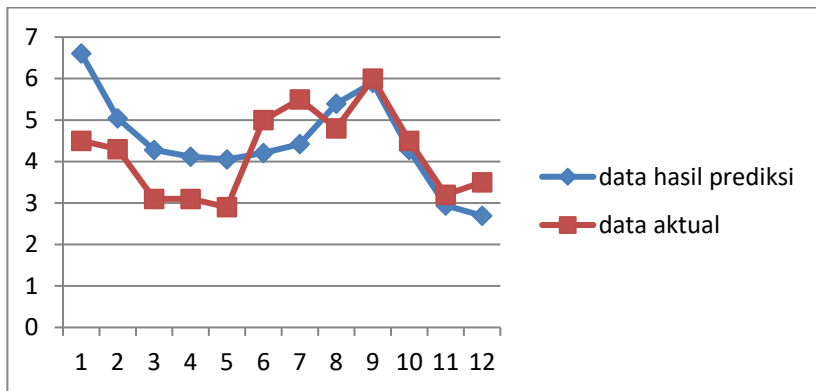
$$\begin{aligned} MAPE &= \sum_{t=1}^n \frac{|PE|}{n} \\ &= \frac{0 + 19,69 + 1,05 + (-7,96) + (-46,83)}{5} \\ &= 6,81 \% \end{aligned}$$

Untuk mencari nilai *percentage error* dan *MAPE* bulan selanjutnya pada tahun 2016 sampai dengan tahun 2020 ptosesnya sama dengan mencari *percentage error* dan *MAPE* pada bulan Januari. Nilai *percentage error* dan *MAPE* kescepatan angin tahun 2016-2020 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.31 MAPE kecepatan angin tahun 2016-2020

PE	2016	2017	2018	2019	2020	Total	MAPE
Jan	0.00%	19.69%	1.05%	-7.96%	-46.83%	-34.05%	6.81%
Feb	0.00%	24.65%	-10.31%	-64.48%	-17.25%	-67.39%	13.48%
Mar	0.00%	6.86%	9.82%	-5.87%	-38.07%	-27.26%	5.45%
Apr	0.00%	9.73%	3.67%	-1.90%	-32.85%	-21.36%	4.27%
Mei	0.00%	12.09%	-18.18%	8.55%	-39.67%	-37.21%	7.44%
Jun	0.00%	17.65%	-12.29%	14.41%	15.85%	35.62%	7.12%
Jul	0.00%	25.88%	-38.65%	8.01%	19.61%	14.86%	2.97%
Agt	0.00%	26.90%	-5.49%	-9.42%	-12.38%	-0.39%	0.08%
Sep	0.00%	23.67%	10.72%	-14.32%	1.64%	21.72%	4.34%
Okt	0.00%	23.83%	4.92%	-30.56%	4.95%	3.13%	0.63%
Nov	0.00%	6.49%	1.14%	-24.12%	8.09%	-8.41%	1.68%
Des	0.00%	15.85%	-4.84%	-116.06%	23.02%	-82.03%	16.41%

Perbandingan hasil prediksi dan data aktual dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.19 grafik perbandingan data prediksi dan data aktual kecepatan angin tahun 2022

Berdasarkan hasil nilai *MAPE* terkecil yang telah didapatkan dari tabel berikut ini dimana data curah hujan sebesar 0,5, suhu udara 0,4 dan kecepatan angin 0,3.

Double Exponential

Tabel 4.32 tabel hasil nilai MAPE curah hujan, suhu udara, kecepatan angin

Curah Hujan		Suhu Udara		Kecepatan Angin	
α	MAPE	α	MAPE	α	MAPE
0.1	103,63%	0.1	3,75 %	0.1	16 ,11 %
0.2	98,44 %	0.2	2,17 %	0.2	8,70 %
0.3	84,77 %	0.3	0,83 %	0.3	5,89 %
0.4	61,44 %	0.4	0,63 %	0.4	6,46 %
0.5	30,69 %	0.5	1.19 %	0.5	8,45 %
0.6	41,77 %	0.6	1,72 %	0.6	11,27 %
0.7	81,15 %	0.7	2.09 %	0.7	14,41 %
0.8	121,11 %	0.8	2,25 %	0.8	17, 85 %
0.9	159,29 %	0.9	2.20%	0.9	21,13 %

Menunjukkan bahwa semakin besar angka pada nilai aktual maka nilai α semakin mendekati angka 1.

E. Perhitungan Manual Double Exponential Smoothing Kasus Prediksi Hasil Produksi Sayuran.

Algoritma adalah prosedur langkah-langkah untuk penghitungan. Algoritma digunakan untuk perhitungan, pemrosesan data dan penalaran otomatis. Algoritma peramalan yang digunakan dalam sistem ini adalah *double exponential smoothing*.

Data yang digunakan dalam penganalisisan data adalah data hasil produksi sayur kol, tomat, dan wortel pada periode tahun 2016,2017,2018,2019,2020 dan 2021, serta data harga sayur kol, tomat dan wortel pada periode tahun 2021.

Berikut adalah data produksi wortel:

Tabel 4.6 produksi wortel

Tahun	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Januari	300	150	320	400	400	400
Februari	200	150	150	320	320	320
Maret	266,4	225	75	85	90	100
April	133,2	300	300	450	450	525
Mei	125,8	270	465	990	1050	915
Juni	266,4	300	480	510	525	570
Juli	214,6	150	30	32,5	32,5	32,5
Agustus	222	375	375	50	50	50
September	88,8	440	1000	1000	1000	1000
Oktober	170,2	660	600	600	2000	2000
Nopember	125,8	700	600	600	2000	3640,5
Desember	177,6	700	375	375	375	2876,4

Berikut perhitungan menggunakan rumus *double exponential smoothing* menggunakan data produksi tanaman wortel pada periode januari 2016 sampai desember 2021. Dengan konstanta yang digunakan dalam perhitungan ini yaitu nilai *alpha* ($\alpha = 0,5$).

- a. Langkah pertama yang dilakukan adalah dengan menentukan nilai smoothing pertama.

Rumus menentukan nilai smoothing pertama:

$$S't = \alpha X_t + (1 - \alpha)S't - 1 \dots\dots\dots (4.1)$$

Smoothing pertama untuk bulan januari tahun 2016

$$S't = 0.5 \times 300 + (1 - 0.5) \times 300 = 300$$

Double Exponential

Smoothing pertama untuk bulan januari tahun 2017

$$S't = 0.5 \times 150 + (1 - 0.5) \times 300 = 225$$

Smoothing pertama untuk bulan januari tahun 2018

$$S't = 0.5 \times 320 + (1 - 0.5) \times 225 = 272,5$$

Smoothing pertama untuk bulan januari tahun 2019

$$S't = 0.5 \times 400 + (1 - 0.5) \times 272,5 = 336,25$$

Smoothing pertama untuk bulan januari tahun 2020

$$S't = 0.5 \times 400 + (1 - 0.5) \times 336,25 = 368,125$$

Smoothing pertama untuk bulan januari tahun 2018

$$S't = 0.5 \times 400 + (1 - 0.5) \times 368,125 = 385,0625$$

Perhitungan nilai smoothing pertama diatas adalah pada bulan januari, untuk bulan february sampai bulan desember dilakukan hal yang sama seperti diatas, berikut adalah hasil smoothing pertama setiap bulannya pada tahun 2016 sampai 2021 untuk sayur wortel:

Tabel 4.7 hasil smoothing pertama produksi wortel

S't	2016	2017	2018	2019	2020	2021
jan	300	225	272,5	336,25	368,125	3,840,625
feb	200	175	162,5	241,25	280,625	3,003,125
mar	266,4	245,7	160,35	122,675	1,063,375	1,031,688
Apr	133,2	216,6	258,3	354,15	402,075	4,635,375
mei	125,8	197,9	331,45	660,725	8,553,625	8,851,813
jun	266,4	283,2	381,6	445,8	485,4	527,7
juli	214,6	182,3	106,15	69,325	509,125	4,170,625
agt	222	298,5	336,75	193,375	1,216,875	8,584,375
sep	88,8	264,4	632,2	816,1	908,05	954,025
okt	170,2	415,1	507,55	553,775	1,276,888	1,638,444
nov	125,8	412,9	506,45	553,225	1,276,613	2,458,556
des	177,6	438,8	406,9	390,95	382,975	1,629,688

b. Langkah kedua adalah menentukan smoothing kedua:

$$S''t = \alpha S't + (1 - \alpha)S''t - 1 \dots\dots\dots (4.2)$$

Smoothing kedua untuk bulan januari tahun 2016

$$S''t = 0.5 \times 300 + (1 - 0.5) \times 300 = 300$$

Smoothing kedua untuk bulan januari tahun 2017

$$S''t = 0.5 \times 225 + (1 - 0.5) \times 300 = 262.5$$

Smoothing kedua untuk bulan januari tahun 2018

$$S''t = 0.5 \times 272.5 + (1 - 0.5) \times 262.5 = 267.5$$

Smoothing kedua untuk bulan januari tahun 2019

$$S''t = 0.5 \times 336.25 + (1 - 0.5) \times 267.5 = 301.875$$

Smoothing kedua untuk bulan januari tahun 2020

$$S''t = 0.5 \times 368.125 + (1 - 0.5) \times 301.875 = 335$$

Smoothing kedua untuk bulan januari tahun 2021

$$S''t = 0.5 \times 384.0625 + (1 - 0.4) \times 335 = 359.5313$$

Perhitungan nilai smoothing kedua diatas adalah pada bulan januari, untuk bulan februari sampai bulan desember dilakukan hal yang sama seperti diatas, berikut adalah hasil smoothing kedua setiap bulannya pada tahun 2016 sampai 2021 untuk sayur wortel:

Tabel 4.8 hasil smoothing kedua produksi wortel

S't	2016	2017	2018	2019	2020	2021
jan	300	262,5	267,5	301,875	335	3,595,313
feb	200	187,5	175	208,125	244,375	2,723,438
mar	266,4	256,05	208,2	1,654,375	1,358,875	1,195,281
Apr	133,2	174,9	216,6	285,375	343,725	4,036,313
Mei	125,8	161,85	246,65	4,536,875	654,525	7,698,531
jun	266,4	274,8	328,2	387	436,2	481,95
jul	214,6	198,45	152,3	1,108,125	808,625	6,128,438
agt	222	260,25	298,5	2,459,375	1,838,125	1,348,281
sep	88,8	176,6	404,4	610,25	759,15	8,565,875
okt	170,2	292,65	400,1	4,769,375	8,769,125	1,257,678
nov	125,8	269,35	387,9	4,705,625	8,735,875	1,666,072
des	177,6	308,2	357,55	374,25	3,786,125	1004,15

Double Exponential

c. Setelah menentukan hasil smoothing kedua, selanjutnya adalah menentukan besarnya konstanta dan besarnya slope.

Rumus *Konstanta*:

$$at = 2S't - S''t \dots\dots\dots (4.3)$$

Konstanta untuk bulan januari tahun 2016

$$a_{2016} = 2 \times 300 - 300 = 300$$

Konstanta untuk bulan januari tahun 2017

$$a_{2017} = 2 \times 225 - 262.5 = 187.5$$

Konstanta untuk bulan januari tahun 2018

$$a_{2018} = 2 \times 272 - 274,4 = 269,6$$

Konstanta untuk bulan januari tahun 2019

$$a_{2019} = 2 \times 272.5 - 267,5 = 370.625$$

Konstanta untuk bulan januari tahun 2020

$$a_{2020} = 2 \times 368.125 - 335 = 401.25$$

Konstanta untuk bulan januari tahun 2021

$$a_{2021} = 2 \times 384.0625 - 359.5313 = 408,5938$$

Perhitungan nilai konstanta diatas adalah pada bulan januari, untuk bulan februari sampai bulan desember dilakukan hal yang sama seperti diatas, berikut adalah hasil perhitungan nilai konstanta setiap bulannya pada tahun 2016 sampai 2021 untuk sayur wortel:

Tabel 4.9 hasil hitung nilai konstanta produksi wortel

at	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Jan	300	187,5	277,5	370,625	401,25	4,085,938
feb	200	162,5	150	274,375	316,875	3,282,813
mar	266,4	235,35	112,5	799,125	767,875	8,680,938
Apr	133,2	258,3	300	422,925	460,425	5,234,438
mei	125,8	233,95	416,25	8,677,625	1056,2	1,000,509
Juni	266,4	291,6	435	504,6	534,6	573,45
juli	214,6	166,15	60	278,375	209,625	2,212,813

agust	222	336,75	375	1,408,125	595,625	3,685,938
sep	88,8	352,2	860	1021,95	1056,95	1,051,463
Okt	170,2	537,55	615	6,306,125	1,676,863	2,019,209
nov	125,8	556,45	625	6,358,875	1,679,638	3,251,041
des	177,6	569,4	456,25	407,65	3,873,375	2,255,225

Slope:

$$b_{2016} = \frac{\alpha}{1-\alpha} (S't - S''t) \dots\dots\dots (4.4)$$

Nilai *Slope* untuk bulan januari tahun 2016

$$b_{2017} = \frac{0.5}{1-0.5} x (300 - 300) = 0$$

Nilai *Slope* untuk bulan januari tahun 2017

$$b_{2018} = \frac{0.5}{1-0.5} x (225 - 262.5) = -37.5$$

Nilai *Slope* untuk bulan januari tahun 2018

$$b_{2019} = \frac{0.5}{1-0.5} x (272.5 - 267.5) = 5$$

Nilai *Slope* untuk bulan januari tahun 2019

$$b_{2020} = \frac{0.5}{1-0.5} x (336.25 - 301.875) = 34.375$$

Nilai *Slope* untuk bulan januari tahun 2020

$$b_{2021} = \frac{0.5}{1-0.5} x (368.125 - 335) = 33.125$$

Nilai *Slope* untuk bulan januari tahun 2021

$$b_t = \frac{0.5}{1-0.5} x (384,0625 - 359,5313) = 24,53125$$

Perhitungan nilai *Slope* diatas adalah pada bulan januari, untuk bulan february sampai bulan desember dilakukan hal yang sama seperti diatas, berikut adalah hasil perhitungan nilai *Slope* setiap bulannya pada tahun 2016 sampai 2021 untuk sayur wortel:

Double Exponential

Tabel 4.10 hasil hitung nilai *slope* produksi wortel

bt	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Jan	0	-37,5	5	34,375	33,125	2,453,125
feb	0	-12,5	-12,5	33,125	36,25	2,796,875
mar	0	-10,35	-47,85	-427,625	-29,55	-163,594
Apr	0	41,7	41,7	68,775	58,35	5,990,625
mei	0	36,05	84,8	2,070,375	2,008,375	1,153,281
Juni	0	8,4	53,4	58,8	49,2	45,75
juli	0	-16,15	-46,15	-414,875	-29,95	-195,781
agust	0	38,25	38,25	-525,625	-62,125	-489,844
sep	0	87,8	227,8	205,85	148,9	974,375
Okt	0	122,45	107,45	768,375	399,975	3,807,656
nov	0	143,55	118,55	826,625	403,025	7,924,844
des	0	130,6	49,35	16,7	43,625	6,255,375

- c. Setelah dilakukan perhitungan nilai *smoothing* pertama, *smoothing* kedua, nilai *at* dan nilai *bt* dengan $\alpha = 0,5$ maka diperoleh hasil perhitungan prediksi pada tahun 2016 sampai 2021 pada tabel berikut:

Tabel 4.11 hasil prediksi produksi wortel

Ft	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Jan	300	150	282,5	405	434,375	433,125
feb	200	150	137,5	307,5	353,125	356,25
mar	266,4	225	64,65	37,15	472,375	70,45
Apr	133,2	300	341,7	491,7	518,775	583,35
mei	125,8	270	501,05	1074,8	1,257,038	1,115,838
Juni	266,4	300	488,4	563,4	583,8	619,2
juli	214,6	150	13,85	-13,65	-89,875	2,55
agust	222	375	413,25	88,25	-25,625	-12,125
sep	88,8	440	1087,8	1227,8	1205,85	1148,9
Okt	170,2	660	722,45	707,45	2,076,838	2,399,975
nov	125,8	700	743,55	718,55	2,082,663	4,043,525
des	177,6	700	505,6	424,35	391,7	2,880,763

untuk mendapatkan hasil prediksi tanaman kol dan tomat pada bulan januari dilakukan proses yang sama.

Setelah ditentukan hasil prediksi produksi dari rumus *Double Exponential smoothing* dengan menggunakan $\alpha = 0,5$. Maka untuk mendapatkan ketepatan hasil prediksi dilakukan penentuan ketepatan nilai α dari nilai *Mean Absolute Error* (MAPE) terkecil dengan menggunakan rumus:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \left(\frac{A_t - F_t}{A_t} \right) 100 \right|}{n} \dots\dots\dots(4.5)$$

Nilai α yang telah ditentukan adalah 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, dan 0.9 hasil perhitungan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) untuk parameter $\alpha = 0.1$ sampai $\alpha = 0.9$, didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.12 hasil hitung MAPE produksi wortel

Alpha	MAPE
0,1	57,04%
0,2	29,56%
0,3	9,31%
0,4	8,02%
0,5	15,30%
0,6	21,74%
0,7	25,66%
0,8	27,91%
0,9	28,99%

- d. Berdasarkan tabel 4.12 di atas dapat diketahui bahwa nilai parameter α yang memberikan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) terkecil adalah $\alpha=0,4$ sehingga selanjutnya dapat dilakukan permalan menggunakan metode *double exponential smoothing* dengan nilai parameter $\alpha=0,4$.

Double Exponential

Untuk data produksi wortel dapat dilihat pada tabel 4.6, berikut adalah Source code implementasi sistem untuk pengambilan data produksi.

Implementasi pada sistem:

```
$j=1;
foreach ($data as $w) {
    if ($q->id == $w->id_user and $w->bulan ==$bln[$bulan]) {
        $d[$w->tahun]=$w->jumlah;
        $j++;
    }
}
```

Source code di atas merupakan source code untuk melakukan proses pengambilan data produksi yang akan digunakan untuk proses prediksi.

Kemudian menentukan nilai smoothing pertama dengan $Alpha = 0.4$:

Smoothing pertama bulan Januari 2016:

$$S'_{2016} = 0.4 \times 300 + (1 - 0.4) \times 300 = 300$$

Smoothing pertama bulan Januari 2017:

$$S'_{2017} = 0.4 \times 150 + (1 - 0.4) \times 300 = 240$$

Smoothing pertama bulan Januari 2018:

$$S'_{2018} = 0.4 \times 320 + (1 - 0.4) \times 240 = 272$$

Smoothing pertama bulan Januari 2019:

$$S'_{2019} = 0.4 \times 400 + (1 - 0.4) \times 272 = 323,2$$

Smoothing pertama bulan Januari 2020:

$$S'_{2020} = 0.4 \times 400 + (1 - 0.4) \times 323.2 = 353,92$$

Smoothing pertama bulan Januari 2021:

$$S'_{2021} = 0.4 \times 400 + (1 - 0.4) \times 353.92 = 372,352$$

Perhitungan nilai smoothing pertama diatas adalah pada bulan januari, untuk bulan february sampai bulan desember dilakukan hal yang sama seperti diatas, berikut adalah hasil smoothing pertama setiap bulannya pada tahun 2016 sampai 2021 untuk sayur wortel:

Tabel 4.13 nilai Smoothing pertama produksi wortel

S't	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Jan	300	240	272	323,2	353,92	372,352
feb	200	180	168	228,8	265,28	287,168
mar	266,4	249,84	179,904	1,419,424	1,211,654	1,126,993
Apr	133,2	199,92	239,952	3,239,712	3,743,827	4,346,296
mei	125,8	183,48	296,088	5,736,528	7,641,917	824,515
Juni	266,4	279,84	359,904	4,199,424	4,619,654	5,051,793
juli	214,6	188,76	125,256	881,536	6,589,216	525,353
agust	222	283,2	319,92	211,952	1,471,712	1,083,027
sep	88,8	229,28	537,568	7,225,408	8,335,245	9,001,147
Okt	170,2	366,12	459,672	5,158,032	1,109,482	1,465,689
nov	125,8	355,48	453,288	5,119,728	1,107,184	2120,51
des	177,6	386,56	381,936	3,791,616	377,497	1,377,058

Implementasi pada sistem:

```

for ($i=$taahun-5; $i <=$taahun ; $i++) {
  if ($i==$taahun-5) {
    $s1[$i]=($a* $d[$i]) +((1-$a)*$d[$i]);
  }
  else
  {
    $s1[$i]=($a* $d[$i]) +((1-$a)*$s1[$i-1]);
  }
}

```

Double Exponential

Source code diatas adalah tahapan dalam proses smoothing pertama didalam sistem, yang hasilnya akan dilanjutkan ke proses smoothing kedua.

Kemudian menghitung nilai smoothing kedua dengan $Alpha = 0.4$:

Smoothing kedua bulan Januari 2016:

$$S''_{2016} = 0.4 \times 300 + (1 - 0.4) \times 300 = 300$$

Smoothing kedua bulan Januari 2017:

$$S''_{2017} = 0.4 \times 240 + (1 - 0.4) \times 300 = 276$$

Smoothing kedua bulan Januari 2018:

$$S''_{2018} = 0.4 \times 272 + (1 - 0.4) \times 276 = 274,4$$

Smoothing kedua bulan Januari 2019:

$$S''_{2019} = 0.4 \times 323,2 + (1 - 0.4) \times 274,4 = 293,92$$

Smoothing kedua bulan Januari 2020:

$$S''_{2020} = 0.4 \times 353,92 + (1 - 0.4) \times 293,92 = 317,92$$

Smoothing kedua bulan Januari 2021:

$$S''_{2021} = 0.4 \times 372,352 + (1 - 0.4) \times 317,92 = 339,6928$$

Perhitungan nilai smoothing kedua diatas adalah pada bulan januari, untuk bulan february sampai bulan desember dilakukan hal yang sama seperti diatas, berikut adalah hasil smoothing kedua setiap bulannya pada tahun 2016 smpai 2021 untuk sayur wortel:

Tabel 4.14 nilai smoothing pertama produksi wortel

S't	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Jan	300	276	274,4	293,92	317,92	3,396,928
feb	200	192	182,4	200,96	226,688	250,88
mar	266,4	259,776	2,278,272	1,934,733	1,645,501	1,438,098
Apr	133,2	159,888	1,919,136	2,447,366	2,965,951	3,518,089

mei	125,8	148,872	2,077,584	3,541,162	5,181,464	6,406,938
Juni	266,4	271,776	3,070,272	3,521,933	3,961,021	439,733
juli	214,6	204,264	1,726,608	1,388,579	1,096,716	8,681,709
agust	222	246,48	275,856	2,502,944	2,090,451	1,687,482
sep	88,8	144,992	3,020,224	4,702,298	6,155,476	7,293,745
Okt	170,2	248,568	3,330,096	406,127	687,469	9,987,571
nov	125,8	217,672	3,119,184	3,919,402	6,780,376	1,255,027
des	177,6	261,184	3,094,848	3,373,555	3,534,121	7,628,705

Implementasi sistem:

```

for ($i=$taahun-5; $i <=$taahun ; $i++) {
  if ($i==$taahun-5) {
    $s2[$i]=($a* $s1[$i]) +((1-$a)*$s1[$i]);
  }
  else
  {
    $s2[$i]=($a* $s1[$i]) +((1-$a)*$s2[$i-1]);
  }
}

```

Source code diatas adalah proses implementasi pada sistem untuk smoothing kedua.

Setelah menentukan hasil smoothing kedua, selanjutnya adalah menentukan besarnya *Konstanta* dan besarnya *Slope*.

Konstanta:

Nilai *Konstanta* bulan Januari 2016:

$$a_{2016} = 2 \times 300 - 300 = 300$$

Nilai *Konstanta* bulan Januari 2017:

$$a_{2017} = 2 \times 240 - 276 = 204$$

Nilai *Konstanta* bulan Januari 2018:

Double Exponential

$$a_{2018} = 2 \times 272 - 274,4 = 269,6$$

Nilai *Konstanta* bulan Januari 2019:

$$a_{2019} = 2 \times 323,2 - 293,92 = 352,48$$

Nilai *Konstanta* bulan Januari 2020:

$$a_{2020} = 2 \times 353,92 - 317,92 = 389,92$$

Nilai *Konstanta* bulan Januari 2021:

$$a_{2021} = 2 \times 372,352 - 339,6928 = 405,0112$$

Perhitungan nilai konstanta diatas adalah pada bulan januari, untuk bulan february sampai bulan desember dilakukan hal yang sama seperti diatas, berikut adalah hasil perhitungan nilai konstanta setiap bulannya pada tahun 2016 sampai 2021 untuk sayur wortel:

Tabel 4.15 nilai konstanta produksi wortel

at	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Jan	300	204	269,6	352,48	389,92	4,050,112
feb	200	168	153,6	256,64	303,872	323,456
mar	266,4	239,904	1,319,808	9,041,152	7,778,074	8,158,874
Apr	133,2	239,952	2,879,904	4,032,058	4,521,704	5,174,504
mei	125,8	218,088	3,844,176	7,931,894	1,010,237	1,008,336
Juni	266,4	287,904	4,127,808	4,876,915	5,278,287	5,706,255
juli	214,6	173,256	778,512	3,744,928	221,127	182,535
agust	222	319,92	363,984	1,736,096	8,529,728	4,785,728
sep	88,8	313,568	7,731,136	9,748,518	1,051,501	1,070,855
Okt	170,2	483,672	5,863,344	6,254,794	1,531,495	1,932,621
nov	125,8	493,288	5,946,576	6,320,054	1536,33	2,985,994
des	177,6	511,936	4,543,872	4,209,677	4,015,818	1,991,246

Implementasi pada sistem:

```
for ($i=$taahun-5; $i <=$taahun ; $i++) {
    $k[$i]=(2*$s1[$i])-$s2[$i];
}

```

Source code diatas adalah proses hitung nilai konstanta di dalam sistem.

Slope:

Nilai *Slope* bulan Januari 2016:

$$b_{2016} = \frac{0,4}{1 - 0,4} x (300 - 300) = 0$$

Nilai *Slope* bulan Januari 2017:

$$b_{2017} = \frac{0,4}{(1 - 0,4)} x (240 - 276) = -24$$

Nilai *Slope* bulan Januari 2018:

$$b_{2018} = \frac{0,4}{1 - 0,4} x (272 - 274,4) = 1,6$$

Nilai *Slope* bulan Januari 2019:

$$b_{2019} = \frac{0,4}{1 - 0,4} x (323,2 - 293,92) = 19,52$$

Nilai *Slope* bulan Januari 2020:

$$b_{2020} = \frac{0,4}{1 - 0,4} x (353,92 - 317,92) = 24$$

Nilai *Slope* bulan Januari 2021:

$$b_{2021} = \frac{0,4}{1 - 0,4} x (372,352 - 339,6928) = 21,7728$$

Perhitungan nilai *Slope* diatas adalah pada bulan januari, untuk bulan february sampai bulan desember dilakukan hal yang sama

Double Exponential

seperti diatas, berikut adalah hasil perhitungan nilai *Slope* setiap bulan pada tahun 2016 sampai 2021 untuk sayur wortel:

Tabel 4.16 nilai *Slope* produksi wortel

bt	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Jan	0	-24	-1,6	19,52	24	217,728
feb	0	-8	-9,6	18,56	25,728	24,192
mar	0	-6,624	-319,488	-343,539	-289,231	-207,404
Apr	0	26,688	320,256	5,282,304	5,185,843	5,521,382
mei	0	23,072	588,864	1,463,578	1,640,302	1,225,475
Juni	0	5,376	352,512	4,516,608	4,390,886	4,363,085
juli	0	-10,336	-316,032	-338,029	-291,863	-228,545
agust	0	24,48	29,376	-255,616	-412,493	-40,297
sep	0	56,192	1,570,304	1,682,074	1,453,179	1,138,268
Okt	0	78,368	844,416	7,311,744	281,342	3,112,881
nov	0	91,872	942,464	8,002,176	2,860,974	5,769,891
des	0	83,584	483,008	2,787,072	1,605,658	4,094,584

Implementasi sistem:

```
for ($i=$taahun-5; $i <=$taahun ; $i++) {  
    $b[$i]=($a/(1-$a))*($s1[$i]-$s2[$i]);  
}
```

Source code diatas adalah proses menghitung nilai *slope* di dalam sistem.

Prediksi dilakukan dengan menambah hasil konstanta dengan nilai *slope*, berikut adalah tabel hasil prediksi produksi wortel pada tahun 2016 sampai 2021:

Tabel 4.17 tabel hasil prediksi wortel

Ft	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Jan	300	180	268	372	413,92	426,784
feb	200	160	144	275,2	329,6	347,648
mar	266,4	233,28	100,032	560,576	488,576	6,084,838
Apr	133,2	266,64	320,016	4,560,288	5,040,288	5,726,642
mei	125,8	241,16	443,304	9,395,472	1,174,267	1,130,884
Juni	266,4	293,28	448,032	5,328,576	5,717,376	6,142,564
juli	214,6	162,92	46,248	36,464	-70,736	-460,102
agust	222	344,4	393,36	148,048	44,048	756,032
sep	88,8	369,76	930,144	1,143,059	1,196,819	1,184,682
Okt	170,2	562,04	670,776	6,985,968	1,812,837	2,243,909
nov	125,8	585,16	688,904	7,120,272	1,822,427	3,562,983
des	177,6	595,52	502,688	4,488,384	4,176,384	2,400,704

Selanjutnya, untuk mendapatkan hasil prediksi di periode 2022 maka dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$F_{t+m} = a_t + b_t m \dots\dots\dots(4.6)$$

Nilai hasil prediksi bulan Januari 2022:

$$F_{2022} = 405,0112 + (21,7728 \times 2) = 448,5568 \text{ Ton}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka didapatkan hasil prediksi jumlah produksi sayuran wortel untuk bulan januari pada tahun 2022 sebanyak 448,5568 ton, sehingga dengan melakukan proses yang sama maka didapatkan hasil prediksi jumlah produksi bulan berikutnya seperti pada tabel berikut:

Double Exponential

Tabel 4.18 hasil prediksi wortel 2022

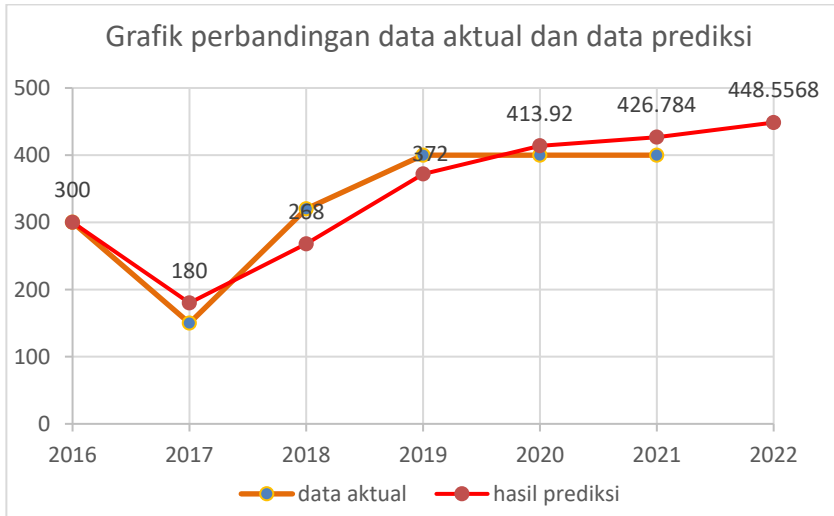
2022	Hasil prediksi
Januari	448,5568
Februari	371,84
Maret	40,10803
April	627,878
Mei	1253,431
Juni	657,8872
Juli	-27,4556
Agustus	-32,7366
September	1298,509
Oktober	2555,197
November	4139,972
Desember	2810,163

Implementasi pada sistem:

```
$pre=round($k[$taahun]+($b[$taahun]*2));  
if ($pre <=0 ) {  
    $pre=1;  
}  
$f["$q->nama"]=$pre;  
$produksi1["$q->nama"]=$d[$taahun];
```

Source code diatas adalah tahap akhir dari algoritma yang digunakan di dalam sistem yaitu penentuan hasil prediksi periode mendatang.

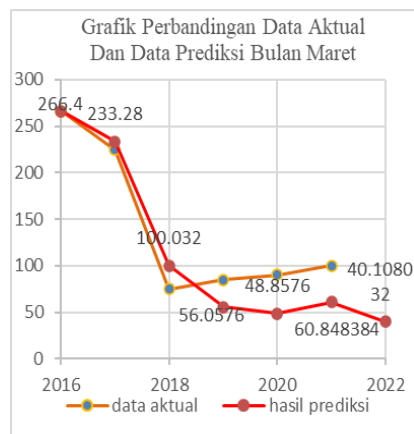
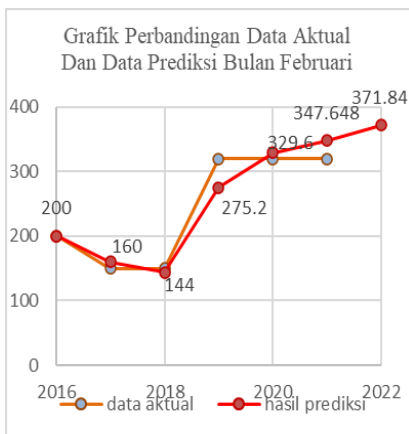
Berikut adalah grafik perbandingan data aktual dan data hasil prediksi bulan januari tanaman wortel:



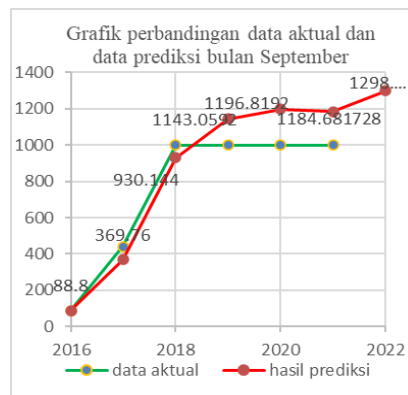
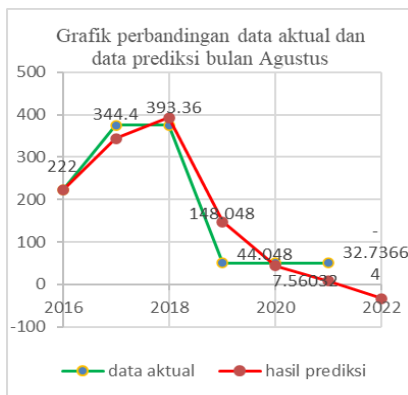
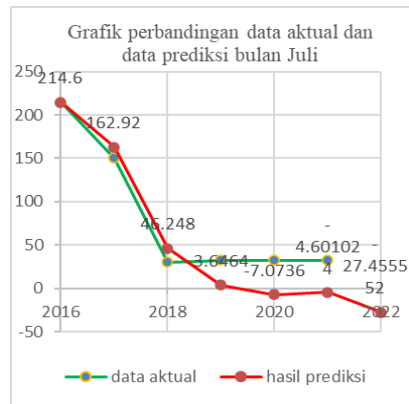
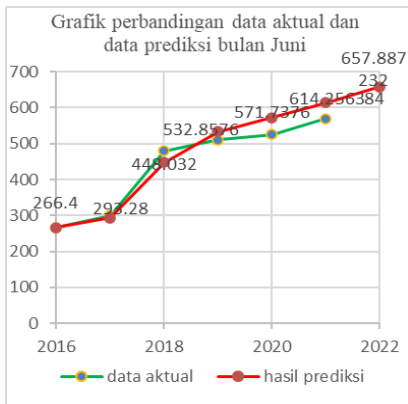
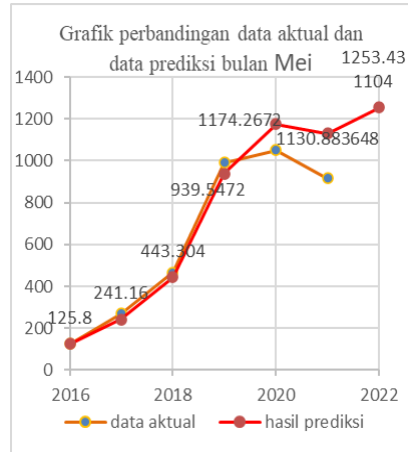
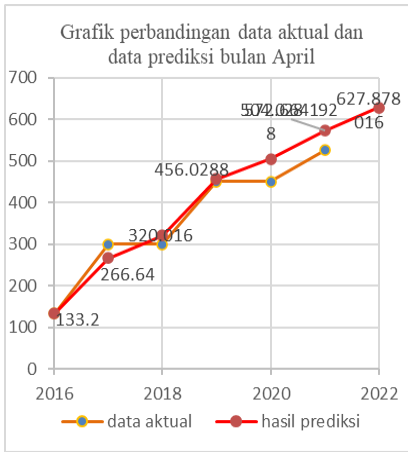
Gambar 4.18 grafik perbandingan data aktual dan data prediksi

Grafik di atas merupakan grafik perbandingan antara data aktual dan data hasil prediksi pada bulan januari tahun 2016 sampai 2021 untuk tanaman wortel.

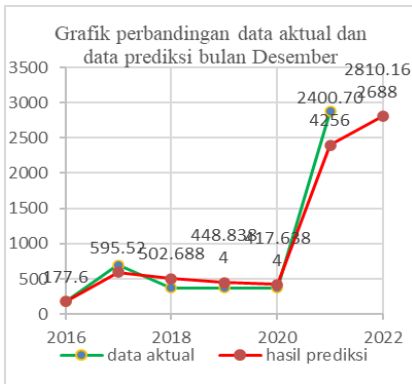
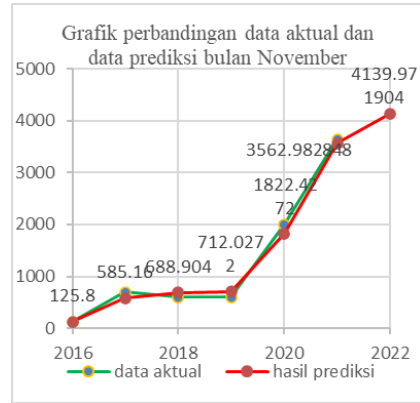
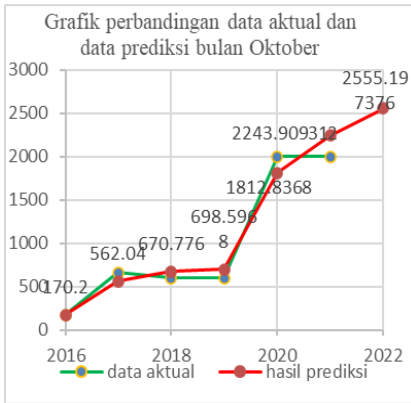
Berikut adalah grafik perbandingan antara data aktual dan hasil prediksi wortel bulan februari sampai desember :



Double Exponential



Double Exponential



Untuk prediksi produksi sayur tomat dan kol dilakukan proses yang sama seperti diatas. Berikut adalah tabel hasil prediksi tomat dan wortel tahun 2022:

Tabel 4.19 hasil prediksi produksi tomat dan kol 2022

2022	Hasil prediksi tomat	Hasil prediksi kol
Januari	1955,133	108,790272
Februari	1678,236	100,067872
Maret	1773,013	227,18

Double Exponential

April	1693,02	191,1412
Mei	1434,079	137,1072
Juni	1093,34	1,27296
Juli	1311,064	0,59968
Agustus	1980,764	49,07328
September	1783,3818	87,1264
Oktober	1306,43	272,4336
November	2087,629	444,6432
Desember	2512,044	78,09216

Selanjutnya adalah proses prediksi data harga menggunakan algoritma *double exponential smoothing*, data yang digunakan adalah data harga tahun 2021. Berikut ini adalah data harga sayuran wortel tahun 2021:

Tabel 4.20 tabel data harga sayuran wortel tahun 2021

Xt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
jan	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	6000	6000	6000	6000	6000
feb	5000	5000	5000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
mar	6000	6000	6000	8000	8000	8000	8000	7000	7000	10000	10000	8000
apr	8000	8000	8000	9000	9000	9000	6000	6000	6000	8000	8000	8000
mei	10000	12000	12000	12000	12000	12000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
jun	8000	8000	8000	8000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000
jul	10000	7000	7000	7000	6000	8000	8000	6000	6000	6000	6000	6000
agt	7000	7000	7000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
sep	6000	6000	6000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
okt	7000	7000	5000	5000	5000	8000	8000	8000	8000	5000	5000	5000
nov	8000	8000	8000	8000	10000	10000	10000	10000	10000	7000	7000	7000
des	7000	7000	7000	7000	6000	6000	7000	7000	8000	6000	6000	6000

Berikut adalah proses menentukan hasil prediksi harga pada tanaman wortel, dibulan januari, dengan konstanta yang digunakan dalam perhitungan ini yaitu nilai *alpha* ($\alpha = 0,2$).

- a. Langkah pertama yang dilakukan adalah dengan menentukan nilai smoothing pertama.

Rumus menentukan nilai smooching pertama:

$$S't = \alpha X_t + (1 - \alpha)S't - 1 \dots\dots\dots (4.7)$$

Smoothing pertama periode 1 bulan Januari:

$$S'1 = 0,2 \times 5000 + (1 - 0,2) \times 5000 = 5000$$

Smoothing pertama periode 2 bulan Januari:

$$S'2 = 0,2 \times 5000 + (1 - 0,2) \times 5000 = 5000$$

Smoothing pertama periode 3 bulan Januari:

$$S'3 = 0,2 \times 5000 + (1 - 0,2) \times 5000 = 5000$$

Smoothing pertama periode 4 bulan Januari:

$$S'4 = 0,2 \times 5000 + (1 - 0,2) \times 5000 = 5000$$

Smoothing pertama periode 5 bulan Januari:

$$S'5 = 0,2 \times 5000 + (1 - 0,2) \times 5000 = 5000$$

Smoothing pertama periode 6 bulan Januari:

$$S'6 = 0,2 \times 5000 + (1 - 0,2) \times 5000 = 5000$$

Smoothing pertama periode 7 bulan Januari:

$$S'7 = 0,2 \times 5000 + (1 - 0,2) \times 5000 = 5000$$

Smoothing pertama periode 8 bulan Januari:

$$S'8 = 0,2 \times 6000 + (1 - 0,2) \times 5000 = 5200$$

Smoothing pertama periode 9 bulan Januari:

$$S'9 = 0,2 \times 6000 + (1 - 0,2) \times 5200 = 5360$$

Smoothing pertama periode 10 bulan Januari:

$$S'10 = 0,2 \times 6000 + (1 - 0,2) \times 5360 = 5488$$

Double Exponential

Smoothing pertama periode 11 bulan Januari:

$$S'_{11} = 0,2 \times 6000 + (1 - 0,2) \times 5488 = 5590,4$$

Smoothing pertama periode 12 bulan Januari:

$$S'_{12} = 0,2 \times 6000 + (1 - 0,2) \times 5590,4 = 5672,32$$

Perhitungan nilai smoothing pertama diatas adalah pada bulan januari periode 1 sampai 12, untuk bulan february sampai bulan desember dilakukan hal yang sama seperti diatas, berikut adalah hasil perhitungan nilai *Smoothing* pertama setiap bulan pada tahun 2021 untuk sayur wortel:

Tabel 4.21 hasil *Smoothing* pertama sayur wortel 2021

S't	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Jan	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5200	5360	5488	5590,4	5672,32
Feb	5000	5000	5000	5200	5360	5488	5590,4	5672,32	5737,85	5790,28	5832,22	5865,78
mar	6000	6000	6000	6400	6720	6976	7180,8	7144,64	7115,71	7692,56	8154,5	8123,24
apr	8000	8000	8000	8200	8360	8488	7990,4	7592,32	7273,85	7419,8	7535,26	7628,21
mei	10000	10400	10720	10976	11180,8	11344,64	11075,71	10860,56	10688,45	10550,76	10440,61	10352,48
juni	8000	8000	8000	8000	7800	7640	7512	7409,6	7327,68	7262,14	7209,71	7167,77
juli	10000	9400	8920	8536	8028,8	8023,04	8018,43	7614,74	7291,79	7033,43	6826,74	6661,39
Agt	7000	7000	7000	6800	6640	6512	6409,6	6327,68	6262,14	6209,71	6167,77	6134,21
sep	6000	6000	6000	5800	5640	5512	5409,6	5327,68	5262,14	5209,71	5167,77	5134,21
okt	7000	7000	6600	6280	6024	6419,2	6735,36	6988,28	7190,63	6752,50	6402	6121,60
nov	8000	8000	8000	8000	8400	8720	8976	9180,8	9344,64	8875,71	8500,56	8200,45
des	7000	7000	7000	7000	6800	6640	6712	6769,6	7015,68	6812,54	6650,3	6520,2

b. Langkah kedua adalah menentukan smoothing kedua:

$$S''t = \alpha S't + (1 - \alpha) S''t - 1 \dots \dots \dots (4.8)$$

Smoothing kedua periode 1 bulan Januari:

$$S''1 = 0,2 \times 5000 + (1 - 0,2) \times 5000 = 5000$$

Smoothing kedua periode 2 bulan Januari:

$$S''2 = 0,2 \times 5000 + (1 - 0,2) \times 5000 = 5000$$

Smoothing kedua periode 3 bulan Januari:

$$S''3 = 0,2 \times 5000 + (1 - 0,2) \times 5000 = 5000$$

Smoothing kedua periode 4 bulan Januari:

$$S''4 = 0,2 \times 5000 + (1 - 0,2) \times 5000 = 5000$$

Smoothing kedua periode 5 bulan Januari:

$$S''5 = 0,2 \times 5000 + (1 - 0,2) \times 5000 = 5000$$

Smoothing kedua periode 6 bulan Januari:

$$S''6 = 0,2 \times 5000 + (1 - 0,2) \times 5000 = 5000$$

Smoothing kedua periode 7 bulan Januari:

$$S''7 = 0,2 \times 5000 + (1 - 0,2) \times 5000 = 5000$$

Smoothing kedua periode 8 bulan Januari:

$$S''8 = 0,2 \times 5200 + (1 - 0,2) \times 5000 = 5040$$

Smoothing kedua periode 9 bulan Januari:

$$S''9 = 0,2 \times 5360 + (1 - 0,2) \times 5040 = 5104$$

Smoothing kedua periode 10 bulan Januari:

$$S''10 = 0,2 \times 5488 + (1 - 0,2) \times 5104 = 5180,8$$

Smoothing kedua periode 11 bulan Januari:

$$S''11 = 0,2 \times 5590,4 + (1 - 0,2) \times 5180,8 = 5262,72$$

Smoothing kedua periode 12 bulan Januari:

$$S''12 = 0,2 \times 5672,32 + (1 - 0,2) \times 5262,72 = 5344,64$$

Perhitungan nilai *smoothing* kedua diatas adalah pada bulan januari periode 1 sampai 12, untuk bulan february sampai bulan desember dilakukan hal yang sama seperti diatas. Berikut hasil perhitungan *Smoothing* kedua untuk semua bulan tahun 2021 sayur wortel:

Double Exponential

Tabel 4.22 hasil *Smoothing* kedua sayur wortel 2021

St	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Jan	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5040	5104	5180,8	5262,72	5344,64
Feb	5000	5000	5000	5040	5104	5180,8	5262,72	5344,64	5423,28	5496,68	5563,79	5624,19
mar	6000	6000	6000	6080	6208	6361,6	6525,44	6649,28	6742,56	6932,56	7176,86	7366,14
apr	8000	8000	8000	8040	8104	8180,8	8142,72	8032,64	7880,88	7788,52	7737,87	7715,94
mei	10000	10080	10208	10361,6	10525,44	10689,28	10766,56	10785,36	10765,98	10722,94	10666,47	10603,67
juni	8000	8000	8000	8000	7960	7896	7819,2	7737,28	7655,36	7576,71	7503,31	7436,20
juli	10000	9880	9688	9457,6	9171,84	8942,08	8757,35	8528,82	8281,42	8031,82	7790,81	7564,92
Agt	7000	7000	7000	6960	6896	6819,2	6737,28	6655,36	6576,71	6503,31	6436,20	6375,80
sep	6000	6000	6000	5960	5896	5819,2	5737,28	5655,36	5576,71	5503,31	5436,20	5375,80
okt	7000	7000	6920	6792	6638,4	6594,56	6622,72	6695,83	6794,79	6786,33	6709,46	6591,89
nov	8000	8000	8000	8000	8080	8208	8361,6	8525,44	8689,28	8726,56	8681,36	8585,18
des	7000	7000	7000	7000	6960	6896	6859,2	6841,28	6876,16	6863,43	6820,75	6760,61

c. Setelah menentukan hasil *smoothing* kedua, selanjutnya adalah menentukan besarnya konstanta dan besarnya slope.

Konstanta:

$$a_t = 2S^t - S^{t-1} \quad (4.9)$$

Nilai konstanta periode 1 bulan Januari:

$$a_1 = 2 \times 5000 - 5000 = 5000$$

Nilai konstanta periode 2 bulan Januari:

$$a_2 = 2 \times 5000 - 5000 = 5000$$

Nilai konstanta periode 3 bulan Januari:

$$a_3 = 2 \times 5000 - 5000 = 5000$$

Nilai konstanta periode 4 bulan Januari:

$$a_4 = 2 \times 5000 - 5000 = 5000$$

Nilai konstanta periode 5 bulan Januari:

$$a_5 = 2 \times 5000 - 5000 = 5000$$

Nilai konstanta periode 6 bulan Januari:

$$a_6 = 2 \times 5000 - 5000 = 5000$$

Nilai konstanta periode 7 bulan Januari:

$$a_7 = 2 \times 5000 - 5000 = 5000$$

Nilai konstanta periode 8 bulan Januari:

$$a_8 = 2 \times 5200 - 5040 = 5360$$

Nilai konstanta periode 9 bulan Januari:

$$a_9 = 2 \times 5360 - 5104 = 5616$$

Nilai konstanta periode 10 bulan Januari:

$$a_{10} = 2 \times 5488 - 5180,8 = 5795,2$$

Nilai konstanta periode 11 bulan Januari:

$$a_{11} = 2 \times 5590,4 - 5262,72 = 5918,08$$

Nilai konstanta periode 12 bulan Januari:

$$a_{12} = 2 \times 5672,32 - 5344,64 = 6000$$

Perhitungan nilai Konstanta diatas adalah pada bulan januari, untuk bulan februari sampai bulan desember dilakukan hal yang sama seperti diatas. Berikut hasil perhitungan nilai Konstanta setiap bulan tahun 2021 untuk sayur wortel:

Tabel 4.23 nilai Konstanta sayur wortel 2021

S't	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Jan	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5360	5616	5795,2	5918,08	6000
Feb	5000	5000	5000	5360	5616	5795,2	5918,08	6000	6052,42	6083,88	6100,66	6107,37
mar	6000	6000	6000	6720	7232	7590,4	7836,16	7640	7488,85	8452,57	9131,24	8880,34
apr	8000	8000	8000	8360	8616	8795,2	7838,08	7152	6666,82	7049,64	7332,66	7540,48
mei	10000	10720	11232	11590,4	11836,16	12000	1138,48	1093,57	1061,09	1037,85	1021,47	1010,13
juni	8000	8000	8000	8000	7640	7384	7204,8	7081,92	7000	6947,57	6916,11	6899,33
juli	10000	8920	8152	7614,4	6885,76	7104	7279,51	6700,66	6302,17	6035,04	5862,68	5757,87
Agt	7000	7000	7000	6640	6384	6204,8	6081,92	6000	5947,57	5916,11	5899,33	5892,62
sep	6000	6000	6000	5640	5384	5204,8	5081,92	5000	4947,57	4916,11	4899,33	4892,62
okt	7000	7000	6280	5768	5409,6	6243,84	6848	7280,74	7586,46	6718,67	6094,53	5651,30
nov	8000	8000	8000	8000	8720	9232	9590,4	9836,16	10000	9024,85	8319,77	7815,72
des	7000	7000	7000	7000	6640	6384	6564,8	6697,92	7155,2	6761,65	6479,31	6279,44

Double Exponential

Slope:

$$b_t = \alpha / (1 - \alpha) (S^t - S^{t-1}) \quad (4.10)$$

Nilai Slope periode 1 bulan Januari:

$$b_1 = 0,2 / (1 - 0,2) \times (5000 - 5000) = 0$$

Nilai Slope periode 2 bulan Januari:

$$b_2 = 0,2 / (1 - 0,2) \times (5000 - 5000) = 0$$

Nilai Slope periode 3 bulan Januari:

$$b_3 = 0,2 / (1 - 0,2) \times (5000 - 5000) = 0$$

Nilai Slope periode 4 bulan Januari:

$$b_4 = 0,2 / (1 - 0,2) \times (5000 - 5000) = 0$$

Nilai Slope periode 5 bulan Januari:

$$b_5 = 0,2 / (1 - 0,2) \times (5000 - 5000) = 0$$

Nilai Slope periode 6 bulan Januari:

$$b_6 = 0,2 / (1 - 0,2) \times (5000 - 5000) = 0$$

Nilai Slope periode 7 bulan Januari:

$$b_7 = 0,2 / (1 - 0,2) \times (5000 - 5000) = 0$$

Nilai Slope periode 8 bulan Januari:

$$b_8 = 0,2 / (1 - 0,2) \times (5200 - 5040) = 40$$

Nilai Slope periode 9 bulan Januari:

$$b_9 = 0,2 / (1 - 0,2) \times (5360 - 5104) = 64$$

Nilai Slope periode 10 bulan Januari:

$$b_{10} = 0,2 / (1 - 0,2) \times (5488 - 5180,8) = 76,8$$

Nilai Slope periode 11 bulan Januari:

$$b_{11} = 0,2 / (1 - 0,2) \times (5590,4 - 5262,72) = 81,92$$

Nilai Slope periode 12 bulan Januari:

$$b_{12} = 0,2 / (1 - 0,2) \times (5672,32 - 5344,64) = 81,92$$

Perhitungan nilai Slope diatas adalah pada bulan januari, untuk bulan february sampai bulan desember dilakukan hal yang sama seperti diatas. Berikut adalah hasil perhitungan nilai Slope setiap bulan pada tahun 2021 untuk sayur wortel:

Tabel 4.24 nilai Slope sayur wortel 2021

S't	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Jan	0	0	0	0	0	0	0	40	64	76,8	81,92	81,92
Feb	0	0	0	40	64	76,8	81,92	81,92	78,64	73,40	67,10	60,39
mar	0	0	0	80	128	153,6	163,84	123,84	93,28	190,00	244,29	189,27
apr	0	0	0	40	64	76,8	-38,08	-110,08	-151,75	-92,35	-50,65	-21,93
mei	0	80	128	153,6	163,84	163,84	77,28	18,80	-19,38	-43,04	-56,46	-62,79
juni	0	0	0	0	-40	-64	-76,8	-81,92	-81,92	-78,64	-73,40	-67,10
juli	0	-120	-192	-230,4	-285,76	-229,76	-184,72	-228,52	-247,40	-249,59	-241,01	-225,88
Agt	0	0	0	-40	-64	-76,8	-81,92	-81,92	-78,64	-73,40	-67,10	-60,39
sep	0	0	0	-40	-64	-76,8	-81,92	-81,92	-78,64	-73,40	-67,10	-60,39
okt	0	0	-80	-128	-153,6	-43,84	28,16	73,11	98,95	-8,457	-76,86	-117,57
nov	0	0	0	0	80	128	153,6	163,84	163,84	37,28	-45,19	-96,18
des	0	0	0	0	-40	-64	-36,8	-17,92	34,88	-12,72	-42,68	-60,14

- d. Setelah dilakukan perhitungan nilai smoothing pertama, smoothing kedua, nilai at dan nilai bt dengan $\alpha = 0,2$ maka diperoleh hasil perhitungan prediksi tahun 2021 pada tabel berikut:

Tabel 4.25 hasil prediksi $\alpha = 0,2$ sayur wortel 2021

S't	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Jan	5	5	5	5	5	5	5	5,4	5,68	5,872	6	6,082
Feb	5	5	5	5,4	5,68	5,872	6	6,082	6,131	6,157	6,168	6,168
mar	6	6	6	6,8	7,36	7,744	8	7,764	7,582	8,643	9,376	9,07
apr	8	8	8	8,4	8,68	8,872	7,8	7,042	6,515	6,957	7,282	7,519
mei	10	10,8	11,36	11,74	12	12,16	11,46	10,96	10,59	10,34	10,16	10,04
juni	8	8	8	8	7,6	7,32	7,128	7	6,918	6,869	6,843	6,832
juli	10	8,8	7,96	7,384	6,6	6,874	7,095	6,472	6,055	5,785	5,622	5,532
Agt	7	7	7	6,6	6,32	6,128	6	5,918	5,869	5,843	5,832	5,832
sep	6	6	6	5,6	5,32	5,128	5	4,918	4,869	4,843	4,832	4,832
okt	7	7	6,2	5,64	5,256	6,2	6,876	7,354	7,685	6,71	6,018	5,534
nov	8	8	8	8	8,8	9,36	9,744	10	10,16	9,062	8,275	7,72
des	7	7	7	7	6,6	6,32	6,528	6,68	7,19	6,749	6,437	6,219

Double Exponential

Untuk mendapatkan hasil prediksi harga tanaman kol dan tomat dilakukan proses yang sama.

Setelah ditemukan hasil dari rumus Double Exponential smoothing dengan menggunakan $\alpha = 0,2$. Maka untuk mendapatkan ketepatan hasil prediksi dilakukan penentuan ketepatan nilai α dari nilai Mean Absolute Error (MAPE) terkecil, seperti pada tabel berikut:

Tabel 4.26 Hasil hitung MAPE harga wortel

<i>Alpha</i>	MAPE
0,1	4,75%
0,2	1,57%
0,3	1,14%
0,4	1,21%
0,5	1,47%
0,6	1,80%
0,7	1,97%
0,8	2,05%
0,9	2,06%

- e. Berdasarkan tabel 4.26 di atas dapat diketahui bahwa nilai parameter α yang memberikan nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) terkecil adalah $\alpha=0,3$ sehingga selanjutnya dapat dilakukan permalan menggunakan metode double exponential smoothing dengan nilai parameter $\alpha=0,3$.

Untuk data harga tanaman wortel dapat dilihat pada tabel 4.20, berikut adalah Source code implementasi sistem untuk pengambilan data harga.

Implementasi pada sistem:

```

$j=1;
foreach ($harga as $w) {
    $ck=$bulan-1;
    $thun1=date('Y');
    if ($bulan ==1) {
        $ck=12;
        $thun1=date('Y')-1;
    }
    if ($q->id == $w->id_sayur and $w->tahun ==date('Y')-1 and $w->bulan
    == $bulan) {
        $d1[$j]=$w->harga;
        $j++;
    }
}

```

Source code di atas merupakan source code untuk melakukan proses pengambilan data harga yang akan digunakan untuk proses prediksi.

kemudian menentukan nilai smoothing pertama dengan Alpha= 0,3:

Smoothing pertama periode 1 bulan Januari:

$$S^1 = 0.3 \times 5000 + (1 - 0.3) \times 5000 = 5000$$

Smoothing pertama periode 2 bulan Januari:

$$S^2 = 0.3 \times 5000 + (1 - 0.3) \times 5000 = 5000$$

Smoothing pertama periode 3 bulan Januari:

$$S^3 = 0.3 \times 5000 + (1 - 0.3) \times 5000 = 5000$$

Smoothing pertama periode 4 bulan Januari:

$$S^4 = 0.3 \times 5000 + (1 - 0.3) \times 5000 = 5000$$

Smoothing pertama periode 5 bulan Januari:

$$S^5 = 0.3 \times 5000 + (1 - 0.3) \times 5000 = 5000$$

Smoothing pertama periode 6 bulan Januari:

$$S^6 = 0.3 \times 5000 + (1 - 0.3) \times 5000 = 5000$$

Double Exponential

Smoothing pertama periode 7 bulan Januari:

$$S'7 = 0.3 \times 5000 + (1 - 0.3) \times 5000 = 5000$$

Smoothing pertama periode 8 bulan Januari:

$$S'8 = 0.3 \times 6000 + (1 - 0.3) \times 5000 = 5300$$

Smoothing pertama periode 9 bulan Januari:

$$S'9 = 0.3 \times 6000 + (1 - 0.3) \times 5300 = 5510$$

Smoothing pertama periode 10 bulan Januari:

$$S'10 = 0.3 \times 6000 + (1 - 0.3) \times 5510 = 5657$$

Smoothing pertama periode 11 bulan Januari:

$$S'11 = 0.3 \times 6000 + (1 - 0.3) \times 5657 = 5759.9$$

Smoothing pertama periode 12 bulan Januari:

$$S'12 = 0.3 \times 6000 + (1 - 0.3) \times 5759.9 = 5831.93$$

Perhitungan nilai Smoothing pertama diatas adalah pada bulan januari tahun 2021, untuk bulan february sampai desember dilakukan hal yang sama seperti diatas. Berikut adalah hasil Smoothing pertama setiap bulan pada tahun 2021 untuk sayur wortel:

Tabel 4.27 hasil Smoothing pertama tahun 2021 sayur wortel

St	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Jan	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5300	5510	5657	5759.9	5831.93
Feb	5000	5000	5000	5300	5510	5657	5759.9	5831.93	5882.35	5917.64	5942.35	5959.64
mar	6000	6000	6000	6600	7020	7314	7519.8	7363.86	7254.70	8078.29	8654.80	8458.36
apr	8000	8000	8000	8300	8510	8657	7859.9	7301.93	6911.35	7237.94	7466.56	7626.59
mei	10000	10600	11020	11314	11519.8	11663.86	11164.70	10815.29	10570.70	10399.49	10279.64	10195.75
juni	8000	8000	8000	8000	7700	7490	7343	7240.1	7168.07	7117.64	7082.35	7057.64
juli	10000	9100	8470	8029	7420.3	7594.21	77.15	7201.16	6840.81	6588.56	6411.99	6288.39
Agt	7000	7000	7000	6700	6490	6343	6240.1	6168.07	6117.64	6082.35	6057.64	6040.35
sep	6000	6000	6000	5700	5490	5343	5240.1	5168.07	5117.64	5082.35	5057.64	5040.35
okt	7000	7000	6400	5980	5686	6380.2	6866.14	7206.29	7444.40	6711.08	6197.76	5838.43
nov	8000	8000	8000	8000	8600	9020	9314	9519.8	9663.86	8864.70	8305.29	7913.70
des	7000	7000	7000	7000	6700	6490	6643	6750.1	7125.07	6787.54	6551.28	6385.89

Implementasi pada sistem:

```

for ($i=1; $i <=12 ; $i++) {
  if ($i==1) {
    $s1[$i]=($a1* $d1[$i]) +((1-$a1)*$d1[$i]);
  }
  else
  {
    $s1[$i]=($a1* $d1[$i]) +((1-$a1)*$s1[$i-1]);
  }
}}

```

Source code diatas adalah tahapan dalam proses smoothing pertama didalam sistem, yang hasilnya akan dilanjutkan ke proses smoothing kedua.

Kemudian menghitung nilai smoothing kedua dengan Alpha = 0,3 sayur wortel:

Smoothing kedua periode 1 bulan Januari:

$$S''_1 = 0.3 \times 5000 + (1 - 0.3) \times 5000 = 5000$$

Smoothing kedua periode 2 bulan Januari:

$$S''_2 = 0.3 \times 5000 + (1 - 0.3) \times 5000 = 5000$$

Smoothing kedua periode 3 bulan Januari:

$$S''_3 = 0.3 \times 5000 + (1 - 0.3) \times 5000 = 5000$$

Smoothing kedua periode 4 bulan Januari:

$$S''_4 = 0.3 \times 5000 + (1 - 0.3) \times 5000 = 5000$$

Smoothing kedua periode 5 bulan Januari:

$$S''_5 = 0.3 \times 5000 + (1 - 0.3) \times 5000 = 5000$$

Smoothing kedua periode 6 bulan Januari:

$$S''_6 = 0.3 \times 5000 + (1 - 0.3) \times 5000 = 5000$$

Smoothing kedua periode 7 bulan Januari:

Double Exponential

$$S''_7 = 0.3 \times 5000 + (1 - 0.3) \times 5000 = 5000$$

Smoothing kedua periode 8 bulan Januari:

$$S''_8 = 0.3 \times 5300 + (1 - 0.3) \times 5000 = 5090$$

Smoothing kedua periode 9 bulan Januari:

$$S''_9 = 0.3 \times 5510 + (1 - 0.3) \times 5090 = 5216$$

Smoothing kedua periode 10 bulan Januari:

$$S''_{10} = 0.3 \times 5657 + (1 - 0.3) \times 5216 = 5348.3$$

Smoothing kedua periode 11 bulan Januari:

$$S''_{11} = 0.3 \times 5759.9 + (1 - 0.3) \times 5348.3 = 5471.78$$

Smoothing kedua periode 12 bulan Januari:

$$S''_{12} = 0.3 \times 5831.93 + (1 - 0.3) \times 5471.78 = 5579.825$$

Perhitungan nilai smoothing kedua diatas adalah pada bulan januari 2021, untuk bulan februari sampai bulan desember dilakukan hal yang sama seperti diatas. Berikut adalah hasil smoothing kedua setiap bulan pada tahun 2021 untuk sayuran wortel:

Tabel 4.28 hasil Smoothing kedua tahun 2021 wortel

St	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Jan	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5090	5216	5348,3	5471,78	5579,82
Feb	5000	5000	5000	5090	5216	5348,3	5471,78	5579,82	5670,58	5744,70	5803,99	5850,69
mar	6000	6000	6000	6180	6432	6696,6	6943,56	7069,65	7125,16	7411,10	7784,21	7986,45
apr	8000	8000	8000	8090	8216	8348,3	8201,78	7931,82	7625,68	7509,36	7496,52	7535,54
mei	10000	10180	10432	10696,6	10943,56	11159,65	11161,16	11057,40	10911,39	10757,82	10614,36	10488,78
juni	8000	8000	8000	8000	7910	7784	7651,7	7528,22	7420,17	7329,41	7255,29	7196,00
juli	10000	9730	9352	8955,1	8494,66	8224,52	8071,95	7810,71	7519,74	7240,39	6991,87	6780,83
Agt	7000	7000	7000	6910	6784	6651,7	6528,22	6420,17	6329,41	6255,29	6196,00	6149,30
sep	6000	6000	6000	5910	5784	5651,7	5528,22	5420,17	5329,41	5255,29	5196,00	5149,30
okt	7000	7000	6820	6568	6303,4	6326,44	6488,35	6703,73	6925,93	6861,48	6662,36	6415,18
nov	8000	8000	8000	8000	8180	8432	8696,6	8943,56	9159,65	9071,16	8841,40	8563,09
des	7000	7000	7000	7000	6910	6784	6741,7	6744,22	6858,47	6837,19	6751,42	6641,76

Implementasi sistem:

```

for ($i=1; $i <=12 ; $i++) {
  if ($i==1) {
    $s2[$i]=($a1* $s1[$i]) +((1-$a1)*$s1[$i]);
  }
  else
  {
    $s2[$i]=($a1* $s1[$i]) +((1-$a1)*$s2[$i-1]);
  }
}

```

Source code diatas adalah proses untuk smoothing kedua pada sistem.

Setelah menentukan hasil smoothing kedua, selanjutnya adalah menentukan besarnya konstanta dan besarnya slope:

Konstanta:

Nilai Konstanta periode 1 bulan Januari:

$$a_1 = 2 \times 5000 - 5000 = 5000$$

Nilai Konstanta periode 2 bulan Januari:

$$a_2 = 2 \times 5000 - 5000 = 5000$$

Nilai Konstanta periode 3 bulan Januari:

$$a_3 = 2 \times 5000 - 5000 = 5000$$

Nilai Konstanta periode 4 bulan Januari:

$$a_4 = 2 \times 5000 - 5000 = 5000$$

Nilai Konstanta periode 5 bulan Januari:

$$a_5 = 2 \times 5000 - 5000 = 5000$$

Nilai Konstanta periode 6 bulan Januari:

$$a_6 = 2 \times 5000 - 5000 = 5000$$

Nilai Konstanta periode 7 bulan Januari:

Double Exponential

$$a_7 = 2 \times 5000 - 5000 = 5000$$

Nilai Konstanta periode 8 bulan Januari:

$$a_8 = 2 \times 5300 - 5090 = 5510$$

Nilai Konstanta periode 9 bulan Januari:

$$a_9 = 2 \times 5510 - 5216 = 5804$$

Nilai Konstanta periode 10 bulan Januari:

$$a_{10} = 2 \times 5657 - 5348.3 = 5965.7$$

Nilai Konstanta periode 11 bulan Januari:

$$a_{11} = 2 \times 5759.9 - 5471.78 = 6048.02$$

Nilai Konstanta periode 12 bulan Januari:

$$a_{12} = 2 \times 5831.93 - 5579.825 = 6084.035$$

Perhitungan nilai konstanta diatas adalah pada bulan januari, untuk bulan february sampai bulan desember dilakukan hal yang sama seperti diatas. Berikut hasil hitung nilai Konstanta setiap bulan pada tahun 2021 untuk sayur wortel:

Tabel 4.29 Nilai Konstanta tahun 2021 sayur wortel

S't	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Jan	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5510	5804	5965,7	6048,02	6084,03
Feb	5000	5000	5000	5510	5804	5965,7	6048,02	6084,03	6094,11	6090,58	6080,70	6068,60
mar	6000	6000	6000	7020	7608	7931,4	8096,04	7658,07	7384,23	8745,47	9525,39	8930,26
apr	8000	8000	8000	8510	8804	8965,7	7518,02	6672,03	6197,01	6966,52	7436,60	7717,64
mei	10000	11020	11608	11931,4	12096,04	12168,07	11168,23	10573,17	10230,01	10041,16	9944,92	9902,71
juni	8000	8000	8000	8000	7490	7196	7034,3	6951,98	6915,96	6905,88	6909,41	6919,29
juli	10000	8470	7588	7102,9	6345,94	6963,89	7359,94	6591,61	6161,88	5936,74	5832,12	5795,96
Agt	7000	7000	7000	6490	6196	6034,3	5951,98	5915,96	5905,88	5909,41	5919,29	5931,39
sep	6000	6000	6000	5490	5196	5034,3	4951,98	4915,96	4905,88	4909,41	4919,29	4931,39
okt	7000	7000	5980	5392	5068,6	6433,96	7243,93	7708,86	7962,88	6560,69	5733,15	5261,67
nov	8000	8000	8000	8000	9020	9608	9931,4	10096,04	10168,07	8658,23	7769,17	7264,31
des	7000	7000	7000	7000	6490	6196	6544,3	6755,98	7391,66	6737,90	6351,14	6130,03

Implementasi sistem:

```
for ($i=1; $i <=12 ; $i++) {
    $k[$i]=(2*$s1[$i])-$s2[$i];
}
```

Source code diatas adalah proses hitung nilai konstanta di dalam sistem.

Slope:

Nilai Slope periode 1 bulan Januari:

$$b1 = 0.4 / (1 - 0.4) \times (5000 - 5000) = 0$$

Nilai Slope periode 2 bulan Januari:

$$b2 = 0.4 / (1 - 0.4) \times (5000 - 5000) = 0$$

Nilai Slope periode 3 bulan Januari:

$$b3 = 0.4 / (1 - 0.4) \times (5000 - 5000) = 0$$

Nilai Slope periode 4 bulan Januari:

$$b4 = 0.4 / (1 - 0.4) \times (5000 - 5000) = 0$$

Nilai Slope periode 5 bulan Januari:

$$b5 = 0.4 / (1 - 0.4) \times (5000 - 5000) = 0$$

Nilai Slope periode 6 bulan Januari:

$$b6 = 0.4 / (1 - 0.4) \times (5000 - 5000) = 0$$

Nilai Slope periode 7 bulan Januari:

$$b7 = 0.4 / (1 - 0.4) \times (5000 - 5000) = 0$$

Nilai Slope periode 8 bulan Januari:

$$b8 = 0.4 / (1 - 0.4) \times (5300 - 5090) = 0$$

Double Exponential

Nilai Slope periode 9 bulan Januari:

$$b_9 = 0.4 / (1 - 0.4) \times (5510 - 5216) = 126$$

Nilai Slope periode 10 bulan Januari:

$$b_{10} = 0.4 / (1 - 0.4) \times (5657 - 5348.3) = 132.3$$

Nilai Slope periode 11 bulan Januari:

$$b_{11} = 0.4 / (1 - 0.4) \times (5759.9 - 5471.78) = 123.48$$

Nilai Slope periode 12 bulan Januari:

$$b_{12} = 0.4 / (1 - 0.4) \times (5831.93 - 5579.825) = 108.045$$

Perhitungan nilai Slope diatas adalah pada bulan januari, untuk bulan februari sampai bulan desember dilakukan hal yang sama seperti diatas. Berikut adalah hasil hitung Slope setiap bulan tahun 2021 untuk sayur wortel:

Tabel 4.30 nilai Slope tahun 2021 Sayur wortel

S't	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Jan	0	0	0	0	0	0	0	90	126	132,3	123,48	108,04
Feb	0	0	0	90	126	132,3	123,48	108,04	90,75	74,11	59,29	46,69
mar	0	0	0	180	252	264,6	246,96	126,09	55,51	285,93	373,11	202,24
apr	0	0	0	90	126	132,3	-146,52	-269,95	-306,14	-116,32	-128,39	39,02
mei	0	180	252	264,6	246,96	216,09	1,515	-103,76	-146,00	-153,57	-143,45	-125,58
juni	0	0	0	0	-90	-126	-132,3	-123,48	-108,04	-90,75	-74,11	-59,29
juli	0	-270	-378	-396,9	-460,44	-270,13	-152,57	-261,23	-290,97	-279,35	-248,51	-211,04
Agt	0	0	0	-90	-126	-132,3	-123,48	-108,04	-90,75	-74,11	-59,29	-46,69
sep	0	0	0	-90	-126	-132,3	-123,48	-108,04	-90,75	-74,11	-59,29	-46,69
okt	0	0	-180	-252	-264,6	23,04	161,91	215,38	222,20	-64,45	-199,11	-247,17
nov	0	0	0	0	180	252	264,6	246,96	216,09	-88,48	-229,76	-278,30
des	0	0	0	0	-90	-126	-42,3	2,52	114,25	-21,27	-85,77	-109,65

implementasi sistem:

```
for ($i=1; $i <=12 ; $i++) {
    $b[$i]=($a1/(1-$a1))*($s1[$i]-$s2[$i]);
}
```

Source code diatas adalah proses hitung nilai slope pada sistem.

Prediksi dilakukan dengan menambah hasil konstanta dengan nilai slope, berikut adalah tabel hasil prediksi harga pada bulan januari periode 1 sampai 12 tanaman wortel:

Tabel 4.31 hasil prediksi tahun 2021 dengan Alpha = 0,3

S't	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Jan	5	5	5	5	5	5	5	5.6	5.93	6.098	6.172	6.192
Feb	5	5	5	5.6	5.93	6.098	6.172	6.192	6.185	6.165	6.14	6.115
mar	6	6	6	7.2	7.86	8.196	8.343	7.784	7.44	9.031	9.899	9.133
apr	8	8	8	8.6	8.93	9.098	7.372	6.402	5.891	6.85	7.424	7.757
mei	10	11.2	11.86	12.196	12.343	12.384	11.17	10.469	10.084	9.888	9.801	9.777
juni	8	8	8	8	7.4	7.07	6.902	6.829	6.808	6.815	6.835	6.86
juli	10	8.2	7.21	6.706	5.886	6.694	7.207	6.33	5.871	5.657	5.584	5.585
Agt	7	7	7	6.4	6.07	5.902	5.829	5.808	5.815	5.835	5.86	5.885
sep	6	6	6	5.4	5.07	4.902	4.829	4.808	4.815	4.835	4.86	4.885
okt	7	7	5.8	5.14	4.804	6.457	7.406	7.924	8.185	6.496	5.534	5.014
nov	8	8	8	8	9.2	9.86	10.196	10.343	10.384	8.57	7.539	6.986
des	7	7	7	7	6.4	6.07	6.502	6.759	7.506	6.717	6.265	6.02

Selanjutnya, untuk mendapatkan hasil prediksi di periode 13 maka dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$F_{(t+m)}=a_t+b_t m \quad (4.11)$$

$$F_{12} = 6084.035 + (108.045 \times 2) = 6300.125$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka didapatkan hasil prediksi harga sayuran wortel untuk bulan januari periode 1 pada

Double Exponential

tahun 2022 yaitu Rp. 6.300, dimana untuk nilai konstanta dan nilai slope yang dipakai adalah bulan januari periode ke-12. Sehingga dengan melakukan proses yang sama maka didapatkan hasil prediksi harga periode berikutnya pada bulan januari seperti pada tabel berikut:

Tabel 4.32 hasil prediksi harga wortel bulan januari 2022

Ft	januari-2022
1	Rp 6.300
2	Rp 6.408
3	Rp 6.516
4	Rp 6.624
5	Rp 6.732
6	Rp 6.948
7	Rp 6.395
8	Rp 6.948
9	Rp 7.056
10	Rp 7.164
11	Rp 7.273
12	Rp 7.381

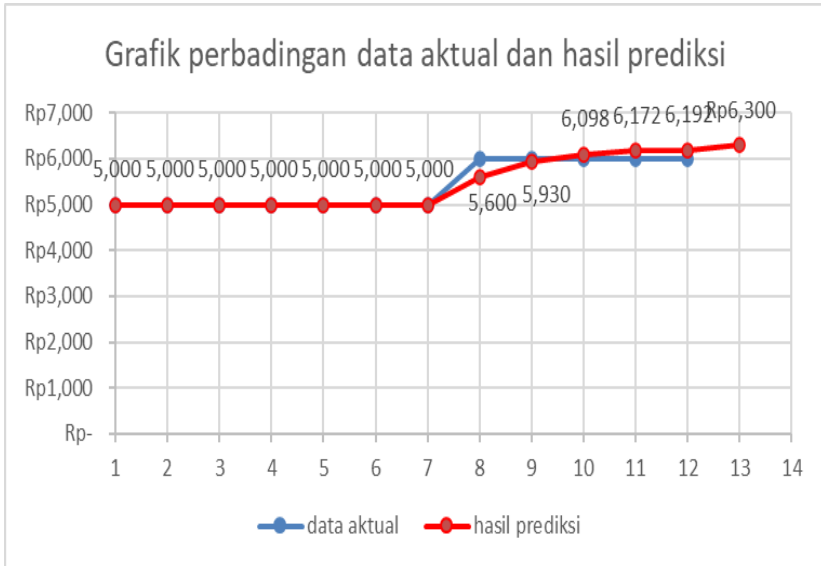
Implementasi sistem:

```
$pre=round($k[12]+($b[12]*$pr));  
if ($pre <=0 ) {  
    $pre=1;  
}
```


Source code diatas adalah tahap akhir dari algoritma yang digunakan yaitu penentuan hasil prediksi periode mendatang.

Untuk prediksi bulan february sampai desember digunakan data dibulan yang sama, periode ke-12.

Berikut adalah grafik perbandingan data aktual dan data hasil prediksi:



Gambar 4.19 grafik perbandingan data aktual dan hasil prediksi harga

Grafik di atas merupakan grafik perbandingan antara data aktual dan data hasil prediksi bulan januari tahun 2021 pada tanaman wortel.

Untuk mendapatkan hasil prediksi harga sayur lainnya seperti tomat dan kol dilakukan proses sama dengan proses prediksi sayur wortel. Berikut adalah tabel hasil prediksi harga sayur tomat dan kol pada bulan januari 2022:

Double Exponential

Tabel 4.33 hasil prediksi harga tomat dan kol

Jan-22	Harga tomat (Rp)	Harga kol (Rp)
1	6.199	4.838
2	6.259	4.791
3	6.318	4.745
4	6.377	4.698
5	6.436	4.651
6	6.496	4.605
7	6.555	4.558
8	6.614	4.511
9	6.674	4.464
10	6.733	4.418
11	6.792	4.371
12	6.852	1.838

BAB 5

PENGUJIAN SISTEM

Pengujian Sistem

1. Pengujian *black box*

Pengujian *black box* yang dilakukan dengan menggunakan Alpha dan Beta.

a. Alpha

Pengujian Alpha berlangsung di situs pengembang tim oleh internal, sebelum rilis kepada *user eksternal*. Agar nantinya ketika *user* menggunakan sistem ini tidak kecewa karena merasa cacat atau kegagalan aplikasi. Rencana pengujian dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 12. Rencana pengujian sistem

Menu yang diuji	Detail Pengujian	Jenis Pengujian
Beranda	Tombol Lanjut	Black Box
Menu prediksi masa tanam	<ul style="list-style-type: none"> - Pilih tahun - Proses - Cetak Dokumen 	Black Box
Login Admin	Validasi Login	Black Box
Data Standar Tanam	<ul style="list-style-type: none"> - Ubah standar - Simpan - Batal 	Black Box
Data Iklim Asli	<ul style="list-style-type: none"> - Tombol lanjut - Tambah data tahun - Hapus 	Black Box

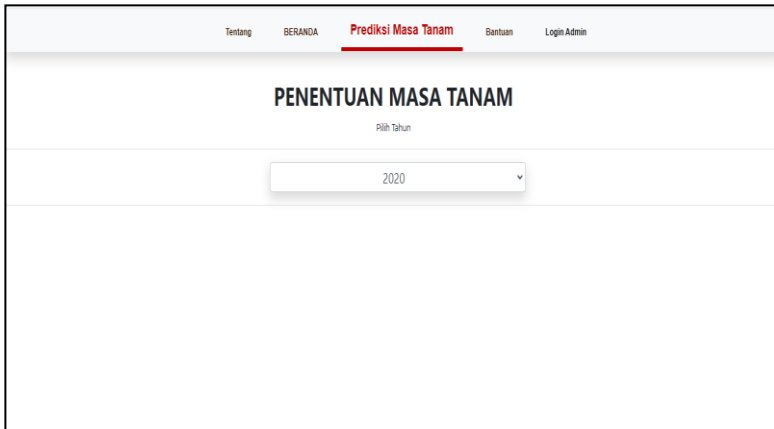
Double Exponential

	<ul style="list-style-type: none">- Tambah data iklim- Ubah- Simpan	
Data Prediksi	<ul style="list-style-type: none">- Lanjut	Black Box
Logout	Validasi logout	Black Box

Berdasarkan rencana pengujian yang disusun, maka dapat dilakukan pengujian sebagai berikut:

Tabel 13. Hasil pengujian beranda

Hasil yang diuji



Kasus yang diuji	Skenario Uji	Hasil Yang diharapkan	Hasil
Beranda	Menekan tombol lanjut pada pada menu beranda.	Sistem meampilkan menu Prediksi Masa Tanam.	Sukses[✓] Gagal[]

Tabel 14. Hasil pengujian menu Prediksi Masa Tanam
Hasil yang diuji

Keterangan	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
Kecepatan Angin	5.8	3	3.9	3.6	4.3	4.6	4.5	4.6	4.8	3.1	2.4	1.3
Suhu Udara	20.8	20.7	20.9	21.2	21.1	20	19.8	19.8	20.9	22.7	22.1	21.1
Curah Hujan	541	238	315	141	82	244	5	4	0	0	121	0

Kasus yang diuji

Pilihan tahun

Skenario Uji

Memilih tahun yang akan dilakukan penentuan masa tanam.

Hasil Yang diharapkan

Menampilkan data iklim tahun terakhir.

Hasil

Sukses[✓]
Gagal[✗]

Hasil yang diuji

Keterangan	Standar Ideal	Hasil Prediksi			
		Bulan	Curah Hujan	Suhu Udara	Kecepatan Angin
Suhu Udara Rata-Rata	17 - 21	Januari	656.13	21.29	6.61
Kecepatan Angin Rata-Rata	3 - 4	Februari	281.81	20.89	5.04
Curah Hujan Rata-Rata	60 - 300	Maret	363.36	21.52	4.28
		April	33.99	21.91	3.91
		Mei	108.13	21.46	4.05
		Juni	167.89	20.32	4.21
		Juli	-12.38	20.34	4.42
		Agustus	-15.50	19.99	5.39
		September	-47.69	21.94	5.86

Double Exponential



Kasus yang diuji

Proses

Skenario Uji

Tekan tombol proses untuk melihat hasil prediksi iklim.

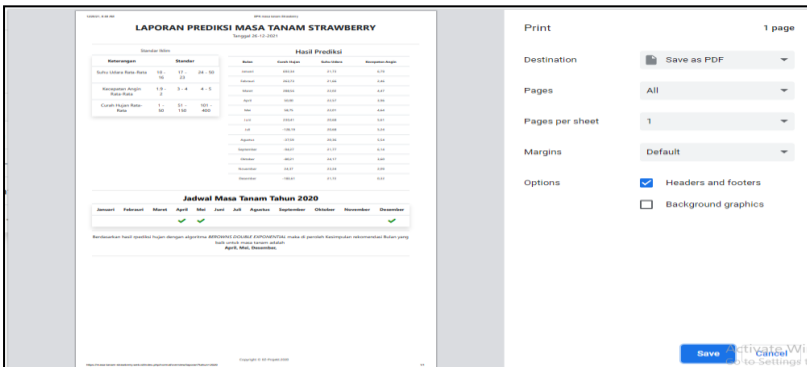
Hasil Yang diharapkan

Sistem menampilkan hasil prediksi iklim dan rekomendasi masa tanam.

Hasil

Sukses[√]
Gagal[]

Hasil yang diuji



Cetak dokumen

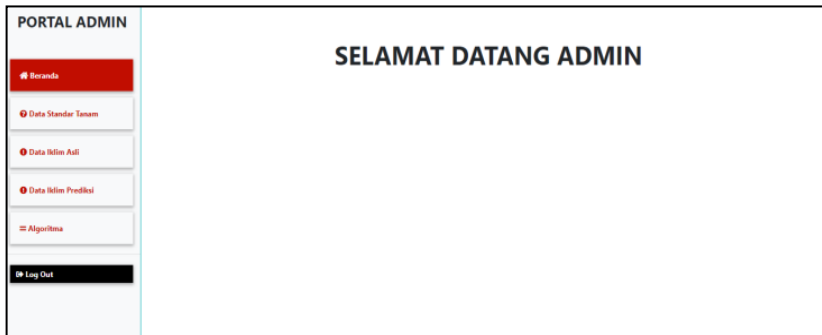
Tekan tombol cetak dokumen untuk mencetak hasil prediksi iklim dan rekomendasi masa tanam.

Menyimpan hasil prediksi iklim dan rekomendasi masa tanam dalam bentuk file PDF.

Berhasil[√]
Gagal[]

Tabel 15. Hasil pengujian *log in admin*

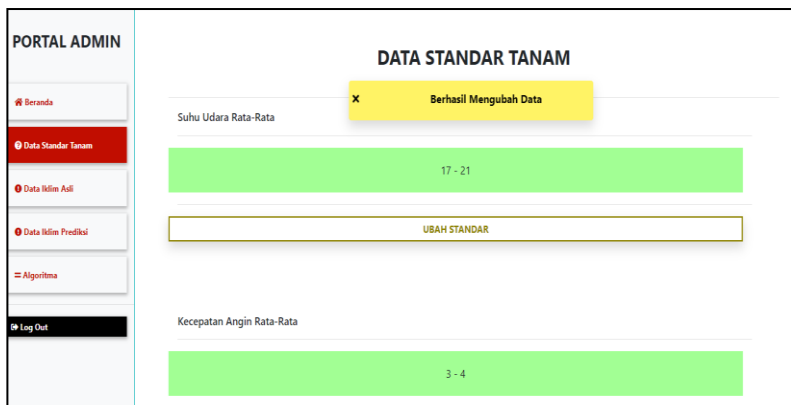
Hasil yang diuji



Kasus yang diuji	Skenario Uji	Hasil Yang diharapkan	Hasil
Login admin	Menginput user name dan password yang benar.	Sistem akan menampilkan halaman beranda admin.	Sukses[√] Gagal[]

Tabel 16. Hasil pengujian data standar tanam

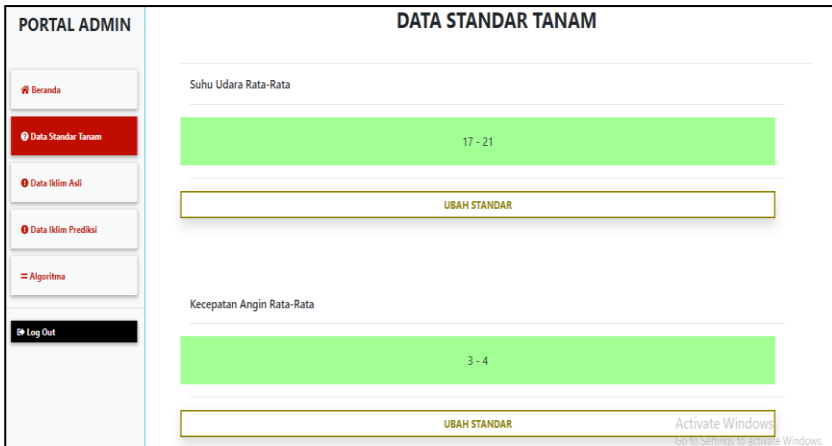
Hasil yang diuji



Double Exponential

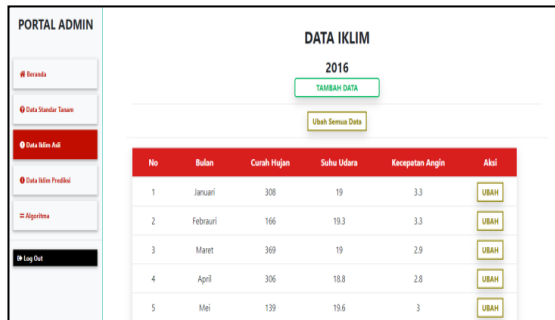
Kasus yang diuji	Skenario Uji	Hasil Yang diharapkan	Hasil
Ubah data	Mengubah data standar tanam yang dipilih dan menyimpan kedalam database.	Sistem mengubag data tersebut dan akan menyimpan di database jika menekan tombol "Simpan" serta muncul alert berhasil mengubah data.	Sukses[√] Gagal[]

Hasil yang diuji



Kasus yang diuji	Skenario Uji	Hasil Yang diharapkan	Hasil
Batal	Membatalkan data standar tanam yang telah diubah.	Sistem menampilkan kembali data standar tanam.	Sukses[√] Gagal[]

Tabel 17. Hasil pengujian data iklim asli
Hasil yang diuji



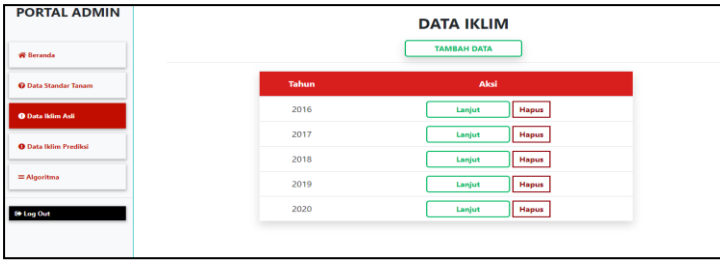
Kasus yang diuji	Skenario Uji	Hasil Yang diharapkan	Hasil
Tombol 'Lanjut'	Menekan tombol lanjut untuk melihat detail data iklim.	Menampilkan detail data iklim Aktual.	Sukses[√] Gagal[]

Hasil yang diuji



Kasus yang diuji	Skenario Uji	Hasil Yang diharapkan	Hasil
Tombol 'tambah'	Tekan tambah data untuk menambah data tahun.	Sistem akan menampilkan menu tambah data tahun.	Sukses[√] Gagal[]

Hasil yang diuji



Kasus yang diuji

Skenario Uji

Hasil Yang diharapkan

Hasil

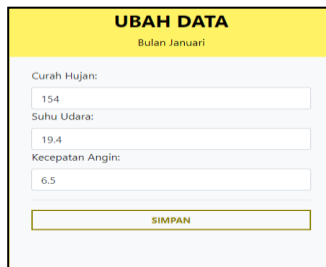
Hapus

Tekan tombol hapus untuk menghapus data iklim selama satu tahun.

Sistem akan menghapus data selama satu tahun dan akan menampilkan data iklim aktual.

Sukses[√]
Gagal[]

Hasil yang diuji



Kasus yang diuji

Skenario Uji

Hasil Yang diharapkan

Hasil

Ubah data

Tekan tombol lanjut untuk melihat data iklim asli lalu klik ubah untuk mengubah data.

Sistem akan menampilkan halaman ubah data standar.

Sukses[√]
Gagal[]

Hasil yang diuji

No	Bulan	Curah Hujan	Suhu Udara	Kecepatan Angin	Aksi
1	Januari	308	19	3.3	UBAH
2	Februari	166	19.3	3.3	UBAH
3	Maret	369	19	2.9	UBAH
4	April	306	18.8	2.8	UBAH
5	Mei	139	19.6	3	UBAH
6	Juni	247	18.9	1.9	UBAH
7	Juli	238	18.4	1.8	UBAH
8	Agustus	20	18.8	1.9	UBAH

Kasus yang diuji

Simpan

Skenario Uji

Tekan tombol simpan pada halaman ubah data.

Hasil Yang diharapkan

Sistem akan menyimpan data ke database dan menampilkan data iklim asli.

Hasil

Tabel 18. Hasil pengujian data iklim prediksi

Hasil yang diuji

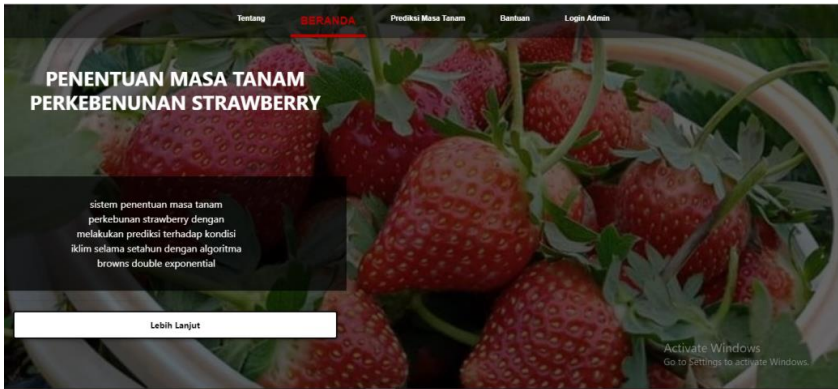
No	Bulan	Curah Hujan	Suhu Udara	Kecepatan Angin	Aksi
1	Januari	136	19.3	1.9	
2	Februari	357	19.4	3.1	
3	Maret	179	19	2	
4	April	20	18.8	1.9	
5	Mei	238	18.4	1.8	
6	Juni	247	18.9	1.9	
7	Juli	139	19.6	3	
8	Agustus	306	18.8		

Double Exponential

Kasus yang diuji	Skenario Uji	Hasil Yang diharapkan	Hasil
Data iklim prediksi	Tekan tombol lanjut untuk melihat data iklim hasil prediksi.	Sistem akan menampilkan hasil prediksi iklim.	Sukses[√] Gagal[]

Tabel 19. Hasil pengujian *log out*

Hasil yang diuji



Kasus yang diuji	Skenario Uji	Hasil Yang diharapkan	Hasil
Log out	Keluar dari halaman admin.	Berhasil keluar dari halaman admin dan akan menampilkan halaman beranda.	Sukses[√] Gagal[]

Dari beberapa uraian diatas, sistem telah berhasil menerapkan metode *Double Exponential Smoothing* dan telah dibuat sesuai rancangan. Hasil uji coba sistem ini memnunjukkan bahwa sistem

ini telah dibuat sesuai dengan fungsionalitas yang diharapkan dan pengujian nilai kesalahan peramalan pada data curah hujan, suhu udara, kecepatan angin dengan menggunakan perhitungan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) masing masing menggunakan Alpha sebesar 0,5 untuk curah hujan, 0,4 untuk suhu udara dan 0,3 untuk kecepatan angin sebagai parameter terbaik karena menunjukkan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) terkecil.

Penerapan *Double Exponential smoothing* dalam menentukan masa tanam *strawberry* dilakukan dengan lima tahap yaitu, *single exponential smoothing*, kemudian dilanjutkan dengan *double exponential smoothing*, menentukan nilai konstanta, menentukan nilai *slope* kemudian nilai konstanta ditambah dengan nilai *slope* untuk menghasilkan nilai peramalan dari masing-masing kriteria yang digunakan.

Double Exponential

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik Kabupaten Bantaeng. (n.d.). Retrieved from <https://bantaengkab.bps.go.id/>

Badan Pusat Statistik Kabupaten Bantaeng. (n.d.). Retrieved from <https://bantaengkab.bps.go.id/>

BPS. (n.d.). *Serangan hama/Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT).* Retrieved Maret 30, 2021, from Badan Pusat statistik: <https://sirusa.bps.go.id/>

Budiman, S., & Saraswati, D. (2008). *Berkebun Stroberi secara Komersial.* Penebar Swadaya.

Destriawan, K. (2019). Respon Pertumbuhan dan hasil tanaman stroberi (*fragaria sp*) terhadap pemberian beberapa pupuk organik cair.

Dewi, N. K. (2017). Respon Tanaman Strawberry (*Fragaria sp*) terhadap berbagai campuran dan volume media tanam pada budidaya di dataran medium.

Exacty, D. U. (2014). Analisis Curah Hujan Berdasarkan Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (Idf) Di Daerah Potensi Banjir Menggunakan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus:Das Bogowonto Kabupaten Purworejo).

Haryanto, A. A. (2017). Analisis Tata Niga Stroberi. *Agribisnis* , 7.

Hendini, A. (2016). Pemodelan UML Sistem Informasi Penjualan dan Stok Barang (Studi Kasus: Distro Zhezha Pontianak)).

Daftar Pustaka

- Jurnal Khatulistiwa Informatika* , 108-111 diakses pada tanggal 5 Januari 2021.
- <https://pusdatin.kemkes.go.id/>. (2015). Profil Kesehatan Tahun 2014.
- Husein. (2006). Konsep Multifungsi untuk revitalisasi pertanian. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* , 28(5):2.
- Manurung, M. (2018). Perubahan Pola Tanam pada Masyarakat di Desa Pematang Tengah Kecamatan Limapuluh Kabupaten Batubara.
- Miftahuddin. (2016). Analisis uansur-unsur cuaca dan iklim melalui uji Mann-Kendal Multivariat. *Jurnal Matematika, Statistika, dan Komputasi* .
- Mulyono, D. (2014). Analisis Karakteristik Curah Hujan Di Wilayah Kabupaten Garut Selatan. *jurnal konstruksi* , 9.
- Nyuda Resio Budiarto, N. R. (2016). Sistem Informasi Raport Online SMA Negeri 1 Krembung. *Jurnal Manajemen Informatika* , 111.
- Pambudi, M. P. (2017). Implementasi metode Fuzzy-AHP menggunakan optimasi Particle Swarm Optimization (PSO) untuk rekomendasi pemilihan tanaman pomologi. *Jurnal pengembangan teknologi informasi dan komputer* , 1130.
- Pradhanha, Y. A. (2017, November 10). *Pola Tanam*. Retrieved Maret 29, 2021, from BBPLM Jakarta: <http://bbplm-jakarta.kemendesa.go.id/>

- Prasetyo, C., & Pujiyanta, A. (2014). Media Pembelajaran Fuzzy Berbasis Multimedia. *Jurnal Sarjana Teknik Informatika* , 1176-1185.
- Riane W. Sineve, A. E. (2017). Faktor Penunjang dan Penghambat Usaha Tani Stroberi Di Kelurahan Rurukan dan Rurukan Satu, Kecamatan Tomohon Timur, Kota Tomohon. *Agri-SosioEkonomi Unsrat* , 12(1a):146.
- Sanusi, W., & Side, S. (2016). Buku Ajar Statistika Untuk Pemodelan Data Curah Hujan. Badan Penerbit UNM.
- Saputro, H. (2012). *Modul Pembelajaran Praktek Basis Data (MySql)*. <https://repository.dinus.ac.id/>.diakses pada tanggal 10 Januari 2021.
- Sari, E. R., & Alisah, E. (2012). *Studi Tentang Persamaan Fuzzy*. Retrieved 3 30, 2021, from ResearchGate: <https://www.researchgate.net/>
- Setiawan, G. W. (2011). *Pengujian Perangkat Lunak Menggunakan Metode Black Box Studi Kasus Exelsa Universitas Sanatha Darma*. Retrieved Desember 19, 2020, from Repository Universitas Sanatha Darma Yogyakarta: https://repository.usd.ac.id/32377/2/055314010_Full.pdf
- Surmaini, E., & Syahbuddin, H. (2016). Kriteria Awal Musim Tanam: Tinjauan Prediksi Waktu Tanam Padi Di Indonesia.
- Syafnidawaty. (2020, April 6). *LOGIKA FUZZY*. Retrieved Maret 30, 2021, from Universitas Raharja: <https://raharja.ac.id/>

Daftar Pustaka

syaiful Rahman, W. M. (2014). Pemanfaatan Media Pembelajaran Berbasis Website Pada Proses Pembelajaran Produktif di SMK.

Wardani, A. R., Nasution, Y. N., & Amijaya, F. D. (2017). Aplikasi Logika Fuzzy dalam mengoptimalkan Produksi Minyak Kelapa Sawit di PT. Waru Kaltim Plantation Menggunakan Metode Mamdani. *Jurnal Informatika Mulawarman* , vol 12(2):94-103.

Warsiah, & Basuki. (2013). Pola Tanam Masyarakat di Sekitar hutan Bunder Gunung Kidul. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, vol 13(2):19.

Profil Penulis



Ir. Billy Eden William Asrul, S.Kom., M.T. Lahir di Ujung Pandang dan besar di Kota Makassar. Pendidikan SD hingga SMA diselesaikan di Kota Makassar. Menyelesaikan Sarjana Teknik Infotmatika di STMIK Handayani Makassar tahun 2010, dan Magister Elektro Konsentrasi Teknik Informatika tahun 2015 di Universitas Hasanuddin. Penulis adalah pengajar Program Studi Teknik Informatika. Disamping mengajar penulis juga aktif pada Ikatan Ahli Informatika Indonesia, Asosiasi Perguruan Tinggi Komputer Wilayah Sulawesi Serta menjadi pengurus pada Persatuan Insinyur Indonesia Badan Kejuruan Informatika.

Saat ini aktif mengajar di STMIK Handayani Makassar (S1), dan mendalami bidang keilmuan Rekayasa perangkat Lunak terkait *Data Analytys* fokus ke Bidang *Learning Analytys*.



Sitti Zuhriyah, S.Pd., M.Si Lahir di Sinjai dan besar di Kota Sinjai. Pendidikan SD hingga SMA diselesaikan di Kota Sinjai Prov. Sulawesi Selatan. Menyelesaikan Sarjana Pendidikan Matematika tahun 2007 di Univeristas Negeri Makassar, dan Magister Matematika Terapan tahun 2014 di Universitas Hasanuddin.

Penulis aktif sebagai pengajar pada Program Studi Sistem Komputer di STMIK Handayani Makassar.

Profil Penulis



Herlinah, S.Kom., M.Si Lahir di Soloreng Desa Buareng Kecamatan Kajurara Kabupaten Bone Provinsi Sulawesi Selatan. Pendidikan SD hingga SMA diselesaikan kabupaten Bone. Pendidikan S1 Jurusan Teknik Informatika di STMIK Handayani Makassar pada Tahun 2001, Kemudian menyelesaikan Program Magister pada Universitas Hasanuddin Makassar Jurusan

Ilmu Komunikasi Konsentrasi Komunikasi Pendidikan pada Tahun 2008.

Penulis adalah pengajar Program Studi Teknik Informatika pada STMIK Handayani Makassar. Disamping mengajar penulis juga aktif sebagai Peneliti DRPM, juga sebagai Tim Pembina dan Reviewer Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) Simbelmawa. Penulis buku Pemrograman Aplikasi Android dengan Android Studio, Photoshop dan Audition yang diterbitkan Elex Media Komputindo, Tahun 2019. Aktif sebagai Penulis Buku pada Yayasan Kita Menulis sejak Tahun 2021 yang merupakan karya kolaborasi dengan judul Pengantar Teknologi Informasi & Pengantar Teknologi dan Informasi.