

**PREDIKSI JUMLAH SISWA DENGAN METODE
DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING
(STUDI KASUS LP MA'ARIF NU WAWASAN)**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai syarat menyelesaikan jenjang strata Satu (S-1)
di Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknologi,
Produksi dan Industri, Institut Teknologi Sumatera

Oleh:

DWIKI AGUS SAPUTRA

118140016



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNOLOGI, PRODUKSI DAN INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SUMATERA
LAMPUNG SELATAN**

2021

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir dengan judul “**Tulis Judul Disini**” adalah benar dibuat oleh saya sendiri dan belum pernah dibuat dan diserahkan sebelumnya, baik sebagian ataupun seluruhnya, baik oleh saya ataupun orang lain, baik di Institut Teknologi Sumatera maupun di institusi pendidikan lainnya.

Lampung Selatan, **DD-MM-YYYY**
Penulis,

PHOTO
BERWARNA

Nama Mahasiswa
NIM. XXXXXX

Diperiksa dan disetujui oleh,

Pembimbing

Tanda Tangan

1. Nama Pembimbing 1 + Gelar
NIP. XXXXXX

.....

2. Nama Pembimbing 2 + Gelar
NIP. XXXXXX

.....

Penguji

Tanda Tangan

1. Nama Penguji 1 + Gelar
NIP. XXXXXXXXXXXXX

.....

2. Nama Penguji 2+ Gelar
NIP. XXXXXXXXXXXXX

.....

Disahkan oleh,
Koordinator Program Studi Teknik Informatika
Jurusan Teknologi, Produksi dan Industri
Institut Teknologi Sumatera

Nama Kaprodi + Gelar
NIP. XXXXXXXXXXXXX

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir dengan judul “**TULIS JUDUL DISINI**” adalah karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan benar.

Nama :

NIM :

Tanda Tangan :

Tanggal :

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Institut Teknologi Sumatera, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama :
NIM :
Program Studi : Teknik Informatika
Jurusan : Jurusan Teknologi, Produksi dan Industri
Jenis Karya : Tugas Akhir

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi Sumatera **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

TULIS JUDUL DISINI

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, Institut Teknologi Sumatera berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Lampung Selatan
Pada tanggal **DD Bulan YYYY**

Yang menyatakan,

Nama Mahasiswa

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, karunia, serta petunjuk-Nya sehingga penyusunan tugas akhir ini telah terselesaikan dengan baik. Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis telah banyak mendapatkan arahan, bantuan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. <isi dengan nama Rektor ITERA>
2. <isi dengan nama Kajur JTPI>
3. <isi dengan nama Kaprodi IF>
4. <isi dengan nama Sesprodi IF>
5. <isi dengan nama Dosen Pembimbing>
6. Kedua Orang Tua, kakak dan adik yang selalu memberikan arahan selama belajar dan menyelesaikan tugas akhir ini.
7. <isi dengan nama orang lainnya>

Akhir kata penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua, amin. [Contoh]

RINGKASAN

Judul TA

Nama Mahasiswa

Halaman Ringkasan berisi uraian singkat tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan, metodologi penelitian, hasil dan analisis data, serta kesimpulan dan saran. Isi ringkasan tidak lebih dari 1500 kata (sekitar 3 halaman).

ABSTRAK

Judul TA

Nama Mahasiswa

Halaman ABSTRAK berisi uraian tentang latar belakang, tujuan, metodologi penelitian, hasil / kesimpulan. Ditulis dalam BAHASA INDONESIA tidak lebih dari 250 kata, dengan jarak antar baris satu spasi.

Pada akhir abstrak ditulis kata “Kata Kunci” yang dicetak tebal, diikuti tanda titik dua dan kata kunci yang tidak lebih dari 5 kata. Kata kunci terdiri dari kata-kata yang khusus menunjukkan dan berkaitan dengan bahan yang diteliti, metode/instrumen yang digunakan, topik penelitian. Kata kunci diketik pada jarak dua spasi dari baris akhir isi abstrak.

Kata Kunci : Penambangan Data, Kecerdasan Buatan, Lampung Selatan

ABSTRACT

Judul TA (Bahasa Inggris)

Nama Mahasiswa

Halaman ABSTRACT berisi uraian tentang latar belakang, tujuan, metodologi penelitian, hasil / kesimpulan. Ditulis dalam BAHASA INGGRIS tidak lebih dari 250 kata, dengan jarak antar baris satu spasi. Secara khusus, kata dan kalimat pada halaman ini tidak perlu ditulis dengan huruf miring meskipun menggunakan Bahasa Inggris, kecuali terdapat huruf asing lain yang ditulis dengan huruf miring (misalnya huruf Latin atau Greek, dll).

Pada akhir abstract ditulis kata “Keywords” yang dicetak tebal, diikuti tanda titik dua dan kata kunci yang tidak lebih dari 5 kata. Keywords terdiri dari kata-kata yang khusus menunjukkan dan berkaitan dengan bahan yang diteliti, metode/instrumen yang digunakan, topik penelitian. Keywords diketik pada jarak dua spasi dari baris akhir isi abstrak.

Keywords : Data Mining, Artificial Intelligence, Lampung Selatan

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS | iv |
| KATA PENGANTAR | v |
| RINGKASAN | vi |
| ABSTRAK | vii |
| ABSTRACT | viii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN | 14 |
| 1.1 Latar Belakang | 14 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 17 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 17 |
| 1.4 Batasan Masalah | 17 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 18 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 18 |
| 3.2.1.1 Bab I Pendahuluan | 18 |
| 3.2.1.2 Bab II Tinjauan Pustaka | 18 |
| 3.2.1.3 Bab III Metode Penelitian | 18 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 19 |
| 2.1 Tinjauan Studi | 19 |
| 2.2 Dasar Teori | 23 |

| | | |
|---------------------------------|---|----|
| 2.2.1 | Data Mining | 23 |
| 2.2.2 | Peramalan (<i>forecasting</i>)..... | 24 |
| 2.2.3 | DES satu parameter dari Brown | 26 |
| 2.2.4 | DES dua parameter dari Holt | 28 |
| 2.2.5 | <i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE)..... | 29 |
| 2.2.6 | Lembaga Pendidikan Ma'arif NU Wawasan..... | 30 |
| BAB III METODE PENELITIAN | | 31 |
| 3.1 | Alur Penelitian | 31 |
| 3.1.1 | Inisialisasi Penelitian | 32 |
| 3.1.2 | Pemodelan Metode Peramalan | 33 |
| 3.1.3 | Pengembangan Sistem..... | 37 |
| 3.1.4 | Evaluasi Peramalan | 52 |
| 3.2 | Ilustrasi Perhitungan Metode | 52 |
| 3.2.1 | Perhitungan DES dari Brown | 52 |
| 3.2.2 | Perhitungan DES dari Holt | 57 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 62 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Kriteria Nilai MAPE..... | 29 |
| Tabel 3.1 Test case pengujian sistem..... | 51 |
| Tabel 3.2 Perkembangan Jumlah Siswa MI Ma'arif NU Wawasan..... | 52 |
| Tabel 3.3 Perhitungan Lengkap Brown's DES | 56 |
| Tabel 3.4 Perhitungan Lengkap Holt's DES | 60 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 Siklus Penyelesaian Data Mining | 23 |
| Gambar 2.2 Pola data trend..... | 25 |
| Gambar 2.3 Pola data musiman | 26 |
| Gambar 2.4 Pola data siklis | 26 |
| Gambar 2.5 Pola data horizontal..... | 26 |
| Gambar 2.6 Sruktur Organisasi LP Ma'arif NU Wawasan | 30 |
| Gambar 3.1 Alur Penelitian | 31 |
| Gambar 3.2 Tahap Inisialisasi Penelitian | 32 |
| Gambar 3.3 Pemodelan Metode Peramalan..... | 34 |
| Gambar 3.4 Alur DES dari Brown..... | 35 |
| Gambar 3.5 Alur DES dari Holt | 36 |
| Gambar 3.6 Pengembangan sistem..... | 37 |
| Gambar 3.7 Flowchart sistem peramalan | 38 |
| Gambar 3.8 Use case diagram sistem | 39 |
| Gambar 3.9 Activity diagram login | 40 |
| Gambar 3.10 Activity diagram kelola lembaga | 41 |
| Gambar 3.11 Activity diagram kelola data aktual | 42 |
| Gambar 3.12 Activity diagram peramalan..... | 43 |
| Gambar 3.13 Activity diagram kelola data user | 44 |
| Gambar 3.14 Acivity diagram tentang sistem | 45 |
| Gambar 3.15 Rancangan Antarmuka Halaman Login..... | 46 |
| Gambar 3.16 Rancangan Antarmuka Menu Home..... | 46 |
| Gambar 3.17 Rancangan Antarmuka Menu Data Lembaga | 47 |
| Gambar 3.18 Rancangan Antarmuka Menu Data Aktual | 48 |
| Gambar 3.19 Rancangan Antarmuka Peramalan Brown's DES | 48 |
| Gambar 3.20 Rancangan Antarmuka Peramalan Holt's DES | 49 |
| Gambar 3.21 Rancangan Antarmuka Halaman Hasil Peramalan | 49 |
| Gambar 3.22 Rancangan Antarmuka Menu Tentang | 50 |

DAFTAR LAMPIRAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lembaga pendidikan merupakan sebuah institusi atau tempat berlangsungnya proses belajar mengajar dengan tujuan untuk mengubah perilaku individu menjadi lebih baik melalui interaksi dengan lingkungan sekitar [1]. Salah satu lembaga pendidikan di Kecamatan Tanjung Sari Kabupaten Lampung Selatan yaitu Lembaga Pendidikan Ma'arif NU Wawasan.

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara kepada pihak Lembaga Pendidikan Ma'arif NU Wawasan. Lembaga ini terdiri dari Madrasah Ibtidaiyah (MI) dan Madrasah Tsanawiyah (MTs). Keadaan saat ini dimana jumlah siswa yang terlapau banyak akan tetapi jumlah ruang kelas belum memadai sehingga pihak lembaga melakukan pembagian waktu jam belajar. Proses belajar mengajar pada lembaga ini dengan membagi dua waktu yaitu pagi hingga siang untuk MI, lalu dari siang hingga petang untuk MTs. Keterbatasan ruang kelas sehingga MI maupun MTs membagi menjadi dua waktu juga (senin-rabu) dan (kamis-sabtu). Selain itu, jumlah tenaga pengajar yang ada masih belum mencukupi baik guru MI maupun MTs. Kurangnya jumlah guru pengajar menyebabkan beberapa merangkap menjadi guru mata pelajaran lain ataupun rangkap jabatan. Beberapa kasus-kasus tersebut mengakibatkan siswa kurang maksimal dalam menerima semua materi mata pelajaran.

Dari permasalahan tersebut pihak lembaga harus segera melakukan sebuah perancangan dan analisa yang tepat. Pihak lembaga dapat menentukan prioritas jumlah siswa baru yang akan diterima di tahun berikutnya, serta mempersiapkan fasilitas penunjang belajar seperti ruang kelas, guru, meja, kursi, dan sebagainya sehingga dapat menjamin kualitas pendidikan yang baik. Perancangan dan analisa di dalam lembaga pendidikan dapat dilakukan berdasarkan jumlah siswa yang ada sebelum membuat sebuah kebijakan. Salah satu cara yang dapat membantu dalam proses perancangan dan analisa yaitu dengan teknik peramalan atau *forecasting*.

Peramalan adalah sebuah teknik dalam memprediksi suatu nilai untuk masa yang akan datang atas dasar keadaan data terdahulu hingga sekarang, sehingga dapat mengetahui tindakan yang tepat untuk dilakukan perencanaan dalam periode tertentu [2]. Hasil peramalan digunakan sebagai pendukung atau penunjang yang tepat untuk membuat perencanaan yang efektif dan efisien. Peramalan telah membantu dengan baik dalam berbagai manajemen sebagai dasar perencanaan, pengawasan, dan pengambilan kebijakan dalam mengambil sebuah keputusan. Model peramalan yang dikenal antara lain model ekonometrika, model data berkala, dan model ramalan kualitatif [3]. Salah satu metode peramalan data berkala yang biasa digunakan adalah *Double Exponential Smoothing* (DES).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Aden dan Ahmad [4] melakukan peramalan jumlah siswa baru dengan metode *Double Exponential Smoothing* Satu-Parameter dari Brown. Hasil yang diperoleh bahwa metode tersebut merupakan metode yang tepat pada kasus ini karena dengan parameter $\alpha = 0.2$ menghasilkan ramalan sebesar 38.89 dan rata-rata *Gallat Absollute* (MAE) 2.67.

Penelitian berikutnya oleh Rahmawati, dkk. dengan tujuan untuk mengetahui hasil prediksi jumlah siswa SMP di tiga Provinsi yaitu NTB, NTT, dan Bali [5]. Pada penelitian tersebut menggunakan metode *double exponential smoothing* dua parameter dari Holt. Tingkat kesalahan yang dihasilkan dari data ketiga SMP tersebut yaitu provinsi NTB sebesar 0.97%, provinsi NTT sebesar 0.91%, dan provinsi Bali sebesar 0.69%. Hasil dari ketiga provinsi tersebut menunjukkan bahwa metode dari Holt dapat menghasilkan prediksi yang akurat atau bisa dibilang metode ini mempunyai parameter dengan tingkat akurasi yang tinggi.

Terdapat penelitian sebelumnya dengan tujuan melihat perbandingan metode DES satu parameter Brown dan DES dua parameter Holt. Pada penelitian yang dilakukan oleh Rosdiana Siregar [6] menyimpulkan bahwa metode DES dua parameter dari Holt lebih baik karena menghasilkan MSE (*Mean Square Error*) lebih kecil. Sebaliknya pada penelitian yang dilakukan oleh Danang, dkk [7] menyimpulkan bahwa metode *double exponential smoothing* dari Brown menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan metode *double exponential smoothing* dari Holt.

Berdasarkan hasil perbandingan metode tersebut menunjukkan hasil akhir yang berbeda, hal tersebut dikarenakan faktor dari pola data dengan metode ramalan. Pemilihan metode ramalan harus sesuai dengan pola data yang diramal, jika kurang tepat maka akan menghasilkan ramalan yang kurang akurat [8]. Pola data jumlah siswa di LP Ma'arif NU Wawasan menunjukkan adanya sebuah unsur *trend*. *Trend* adalah pola data yang memiliki kecenderungan naik atau turun secara terus menerus [6]. Oleh karena itu, metode yang lebih tepat untuk meramalkan data berpola *trend* adalah *Double Exponential Smoothing* [9]. *Double Exponential Smoothing* (DES) dibagi menjadi dua jenis yaitu DES satu parameter dari Brown dan DES dua parameter dari Holt [10].

Kedua metode tersebut sebenarnya memiliki prinsip serupa yaitu adanya unsur *trend* dan tidak memperhitungkan komponen musiman. Perbedaan kedua metode tersebut terletak pada pemulusan komponen *trend*. Metode Brown's DES komponen *trend* dihaluskan secara langsung, dimana pola *trend* dihaluskan menggunakan satu parameter yaitu α . Sementara Holt's DES komponen *trend* dihaluskan secara terpisah dengan menggunakan parameter yang berbeda α dan β [6]. Kelebihan metode *double exponential smoothing* adalah data yang digunakan relatif sedikit, mudah dalam mengelola data, dan parameter lebih sedikit [11]. Nilai parameter yang optimal akan menghasilkan kesalahan ramalan yang minim dan ketepatan peramalan semakin mendekati data aktual [12].

Ketepatan peramalan dapat dilihat dari seberapa besar kesalahan hasil peramalan. Kesalahan peramalan merupakan ukuran ketepatan dan menjadi dasar untuk membandingkan hasil dari metode ramalan [9]. Penelitian ini menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) untuk mengetahui metode terbaik serta mengetahui ketepatan peramalan. MAPE merupakan salah satu alat ukur ketepatan metode peramalan yang umumnya digunakan daripada MAD, MAE, RMSE atau lainnya [13]. MAPE mampu menunjukkan seberapa besar kesalahan peramalan dibandingkan dengan nilai sebenarnya [14]. Semakin kecil nilai MAPE maka semakin tepat sebuah metode dalam melakukan peramalan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah diuraikan di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana mengembangkan sistem prediksi jumlah siswa MI dan MTs Ma'arif NU Wawasan tiga periode selanjutnya menggunakan metode *double exponential smoothing* dari Brown dan Holt?
2. Bagaimana perbandingan hasil akurasi metode *double exponential smoothing* dari Brown dan Holt untuk memprediksi jumlah siswa MI dan MTs Ma'arif NU Wawasan tiga periode selanjutnya?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan sistem prediksi jumlah siswa MI dan MTs Ma'arif NU Wawasan pada tiga periode selanjutnya menggunakan metode *double exponential smoothing* dari Brown dan Holt.
2. Membandingkan hasil akurasi metode *double exponential smoothing* dari Brown dan Holt dalam memprediksi jumlah siswa MI dan MTs Ma'arif NU Wawasan tiga periode selanjutnya.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat terfokus pada pemecahan masalah berdasarkan rumusan masalah sebelumnya, maka batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini hanya memprediksi jumlah siswa MI dan MTs Ma'arif NU Wawasan tiga periode selanjutnya.
2. Data yang digunakan dari tahun 2010 – 2021 diperoleh dari pihak Lembaga Pendidikan Ma'arif NU Wawasan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dengan tercapainya penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Membantu pihak Lembaga Pendidikan Ma'arif NU Wawasan dalam memprediksikan jumlah siswa di tahun berikutnya berdasarkan data-data sebelumnya.
2. Sebagai bahan evaluasi program pendidikan.
3. Sebagai bahan analisis bagi Lembaga Pendidikan Ma'arif NU Wawasan dalam mengambil sebuah keputusan maupun perencanaan strategis dan operasional.

1.6 Sistematika Penulisan

1.6.1 Bab I Pendahuluan

Bab ini memberikan gambaran umum Tugas Akhir yang meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

1.6.2 Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini menjelaskan tentang landasan teori yang dipakai selama penelitian meliputi tinjauan studi dan dasar teori.

1.6.3 Bab III Metode Penelitian

Bab ini berisi tentang tahap – tahap dalam melakukan penyelesaian masalah dan rencana desain perancangan sistem.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Studi

Berikut ini merupakan hasil penelitian terdahulu yang berhubungan dengan topik penelitian kali ini untuk dijadikan sebagai bahan referensi metode maupun teknologi yang digunakan.

Penelitian yang dilakukan oleh Julnita Bidanghan, dkk. tentang metode *double exponential smoothing* satu parameter dari Brown dan *double exponential smoothing* dua parameter dari Holt untuk meramalkan jumlah produksi air bersih di Kota Samarinda [9]. Hasil dari penelitian ini diperoleh bahwa besar MAPE pada metode *double exponential smoothing* dua parameter dari Holt dengan $\alpha = 0.31$ dan $\gamma = 0.92$ lebih kecil dibandingkan MAPE pada metode *double exponential smoothing* satu parameter dari Brown.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Danang, dkk. dengan judul “Aplikasi Metode *Double Exponential Smoothing* Brown Dan Holt Untuk Meramalkan Total Pendapatan Bea Dan Cukai” [7]. Hasil penelitian tersebut menyimpulkan bahwa metode *double exponential smoothing* dari Brown menunjukkan hasil yang lebih baik daripada metode *double exponential smoothing* dari Holt.

Penelitian sebelumnya memiliki kesamaan yaitu memprediksi jumlah siswa baru pada STIKOM Poltek Cirebon, kali ini menggunakan metode *regresi linier* [15]. Hasil dari penelitian tersebut adalah suatu aplikasi peramalan menggunakan metode *regresi linier* dalam melakukan prediksi terhadap jumlah pendaftar calon mahasiswa baru dengan nilai kesalahan *error* MAPE 18.75%.

Penelitian yang dilakukan oleh Novi Kristanti dan Mohammad Yamin Darsyah tentang memprediksi jumlah angkatan kerja pada usia produktif [16]. Penelitian tersebut menggunakan dua metode yaitu *Single Exponential Smoothing* dan *Double Exponential Smoothing*. Hasil penelitian ini adalah metode *Double Exponential Smoothing* lebih tepat daripada dengan metode *Single Exponential Smoothing*.

Penelitian yang dilakukan oleh Alviani Krisma, dkk. untuk membandingkan antara dua metode, yakni metode *Double Exponential Smoothing* dan *Triple*

exponential Smoothing berdasarkan data jumlah migrasi masuk kota Samarinda [17]. Berdasarkan hasil pengolahan data pada penelitian tersebut, tingkat *error* dalam pengujian metode *Double Exponential Smoothing* menghasilkan MAPE sebesar 17.2785% dan nilai MAD 453.6447. Sedangkan pada metode *Triple Exponential Smoothing* dengan nilai MAPE 17.8882% dan MAD sebesar 467.3268. Kesimpulannya adalah metode *Double Exponential Smoothing* lebih akurat meskipun perbedaannya tidak terlalu jauh.

Penelitian yang dilakukan oleh Lili Aryani, dkk. tentang sistem prediksi jumlah siswa baru di SMK Ethika Palembang menggunakan metode *single exponential smoothing* [18]. Penelitian tersebut menghasilkan *mean square error* (MSE) terkecil diperoleh dengan α 0.9 yaitu 3496.43.

Penelitian yang dilakukan oleh Barkah Landia dengan tujuan untuk memprediksi jumlah calon mahasiswa baru di STIKOM Poltek Cirebon [19]. Metode yang digunakan yaitu *single exponential smoothing* dan *moving average*. Hasil pengujian membuktikan bahwa metode *exponential smoothing* dapat mengatasi kelemahan *moving average* yang pembobotannya sama rata setiap tahunnya.

Penelitian yang dilakukan oleh Rahmawati, dkk. dengan tujuan untuk mengetahui hasil prediksi jumlah siswa SMP di Provinsi NTB, NTT dan Bali menggunakan metode DES dari Holt [5]. Hasil dari pengolahan data disimpulkan dari ketiga Provinsi tingkat akurasi yang paling besar pada Provinsi Bali dengan tingkat kesalahan sebesar 0.69%.

Penelitian yang dilakukan oleh Andini D. Pramesti, dkk. tentang prediksi pertambahan jumlah penduduk di wilayah kabupaten Karawang menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* dari Brown dan Holt [20]. Hasil yang didapat dengan melihat perbandingan nilai MAPE disimpulkan bahwa metode *double exponential smoothing* dari Holt lebih baik dibandingkan dari Brown.

Tabel 2.1 Rangkuman Penelitian

| No | Peneliti | Judul | Hasil |
|----|--|--|---|
| 1 | Julnita Bidangan, dkk (2016) | Perbandingan Peramalan Metode <i>Double Exponential Smoothing</i> Satu Parameter Brown Dan Metode <i>Double Exponential Smoothing</i> Dua Parameter Holt | Berdasarkan jumlah produksi air bersih di PDAM Tirta Kencana Samarinda dari November 2015 sampai Januari 2016 dapat disimpulkan bahwa besar MAPE <i>double exponential smoothing</i> dua parameter dari Holt lebih kecil daripada satu parameter Brown. |
| 2 | Danang, dkk. (2016) | Aplikasi Metode Double Exponential Smoothing Brown Dan Holt Untuk Meramalkan Total Pendapatan Bea Dan Cukai | Hasil penelitian dari data pendapatan bea dan cukai tahun 2010 - 2015 disimpulkan bahwa metode DES dari Brown lebih baik dibandingkan metode DES dari Holt. |
| 3 | Harliana, dan Andri Syafrianto (2017) | Prediksi Jumlah Pendaftaran Calon Mahasiswa Baru Dengan Metode <i>Regresi Linier</i> | Berdasarkan hasil analisis data dengan menggunakan data 6 tahun terakhir, nilai kesalahan <i>error</i> MAPE yang dihasilkan sebesar 18.75%. |
| 4 | Novi Kristanti dan Mohammad Yamin Darsyah (2018) | Perbandingan Peramalan Metode <i>Single Exponential Smoothing</i> dan <i>Double Exponential Smoothing</i> pada Karakteristik Penduduk Bekerja di Indonesia Tahun 2017 | Hasil penelitian menggunakan data bulan Februari 2017- Februari 2018 disimpulkan bahwa metode <i>Double Exponential Smoothing</i> lebih tepat daripada dengan metode <i>Single Exponential Smoothing</i> . |

| No | Peneliti | Judul | Hasil |
|----|----------------------------------|--|--|
| 5 | Alviani Krisma, dkk (2019) | Perbandingan Metode <i>Double Exponential Smoothing</i> Dan <i>Triple Exponential Smoothing</i> Dalam Parameter Tingkat MAPE dan MAD | Hasil penelitian menggunakan data jumlah migrasi masuk Kota Samarinda bulan Januari 2013 s/d Desember 2017, dengan metode DES menghasilkan nilai kesalahan yang lebih kecil dari TES meskipun perbedaannya tidak terlampau jauh. |
| 6 | Lili Aryani, dkk (2020) | Prediksi Jumlah Siswa Baru Dengan Menggunakan Metode <i>Exponential Smoothing</i> (STUDI KASUS : SMK ETHIKA PALEMBANG) | Penelitian tersebut menggunakan data dari tahun 2014 – 2019. Hasil dari metode <i>single exponential smoothing</i> adalah <i>mean square error</i> (MSE) terkecil diperoleh dengan alpha 0.9 yaitu 3496.43. |
| 7 | Barkah Landia (2020) | Peramalan Jumlah Mahasiswa Baru Dengan <i>Exponential Smoothing</i> Dan <i>Moving Average</i> | Hasil pengujian menggunakan data tahun 2010 - 2019 membuktikan bahwa metode <i>exponential smoothing</i> dapat mengatasi kelemahan <i>moving average</i> . |
| 8 | Rahmawati, dkk (2020) | Prediksi Jumlah Siswa SMP Dengan Metode Holt: Studi Kasus Provinsi NTB, NTT, dan Bali | Hasil penelitian menggunakan data dari tahun 2010 - 2020 ketiga Provinsi. Hasil tingkat akurasi yang paling besar pada Provinsi Bali dengan tingkat kesalahan sebesar 0,69% |
| 9 | Andini D. Pramesti, dkk | Implementasi Metode <i>Double Exponential</i> | Penelitian ini menggunakan data dari tahun 2010 - 2019 disimpulkan bahwa metode |

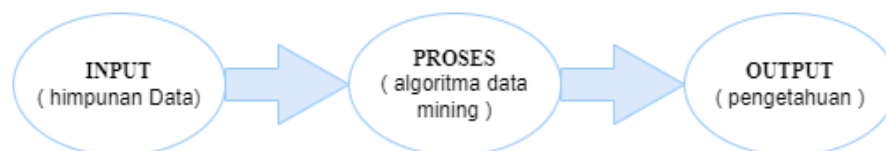
| No | Peneliti | Judul | Hasil |
|----|----------|--|--|
| | (2020) | <i>Smoothing</i> Dalam Memprediksi Pertambahan Jumlah Penduduk di Wilayah Kabupaten Karawang | <i>double exponential smoothing</i> dari Holt lebih baik dibandingkan dari Brown dalam penelitian ini. |

Dari berbagai penelitian yang telah dijabarkan dan dirangkum pada Tabel 2.1. Penelitian ini akan dibangun sebuah aplikasi peramalan berbasis web dengan tujuan memprediksi jumlah siswa di Lembaga Pendidikan Ma'arif NU Wawasan. Penelitian ini menggunakan data siswa dari tahun 2010 – 2021 yang menghasilkan pola data cenderung (*trend*) meningkat. Berdasarkan pola data yang terbentuk sehingga penulis meramalkan jumlah siswa tiga periode kedepan dengan metode *Double Exponential Smoothing* dari Brown dan Holt. Pada sistem yang akan dibangun, pengguna tidak perlu melakukan cara coba dan salah (*trial and error*) parameter untuk mencari hasil MAPE terkecil, karena sistem akan menampilkan hasil MAPE sesuai nilai parameter ($0 < \alpha, \beta < 1$) yang digunakan sehingga lebih efisien.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Data Mining

Data mining merupakan suatu alat dan aplikasi menggunakan analisis statik pada data. Data mining menggambarkan sekumpulan teknik-teknik dengan tujuan menemukan pola-pola yang tidak diketahui dari data yang dikumpulkan [21].



Gambar 2.1 Siklus Penyelesaian Data Mining

Pada Gambar 2.1 menjelaskan bahwa dalam mengetahui suatu pengetahuan dapat diselesaikan melalui tiga tahap dimulai dari sebuah inputan data, kemudian diproses, sehingga menghasilkan sebuah keluaran [21].

Berdasarkan tugas dan fungsinya data mining dikelompokkan menjadi beberapa kategori antara lain [22]:

- a. *Description*, sebuah cara dalam menggambarkan pola dan kecenderungan data.
- b. *Estimation*, dibangun menggunakan baris data lengkap yang menyediakan nilai dari variabel target sebagai nilai.
- c. *Prediction*, nilai yang dihasilkan berhubungan dengan keadaan atau data dimasa mendatang.
- d. *Classification*, dengan melihat pada kelakuan dan atribut dari kelompok yang terdefiniskan.
- e. *Clustering*, memeriksa data untuk menemukan kelompok - kelompok barang yang serupa.
- f. *Association*, untuk menemukan atribut yang muncul dalam satu waktu.

2.2.2 Peramalan (*forecasting*)

Peramalan atau *forecasting* merupakan sebuah teknik dalam memprediksi suatu nilai pada masa yang akan datang atas dasar keadaan data terdahulu hingga sekarang, sehingga dapat mengetahui tindakan yang tepat untuk dilakukan perencanaan dalam periode tertentu [23]. Tujuan peramalan adalah untuk memperoleh informasi mengenai perubahan dimasa yang akan datang sehingga dapat membantu dalam proses perencanaan dan mengambil sebuah keputusan.

Dalam melakukan peramalan yang akurat dan bermanfaat terdapat dua hal yang harus diperhatikan yaitu [24]:

1. Data yang relevan, merupakan informasi yang dapat menghasilkan peramalan yang akurat.
2. Teknik peramalan yang tepat, teknik yang digunakan haruslah sesuai dengan pola data sehingga menghasilkan tingkat kesalahan yang kecil.

Dalam melakukan peramalan bukan berarti bahwa setelah mempelajari teknik ini, dapat meramal apa saja dengan tepat. Akan tetapi perlu mempelajari teknik yang lain yang dapat diimplementasikan terhadap kondisi tertentu juga. Hal

terpenting sebelum melakukan peramalan yaitu memilih metode peramalan yang tepat dengan mempertimbangkan jenis pola data, sehingga metode yang digunakan cocok atau sesuai dengan pola data yang dihasilkan.

A. Metode Deret Berkala (*Time Series*)

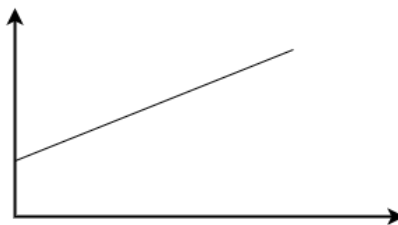
Data *time series* merupakan data yang dikumpulkan dengan pencatatan atau observasi dari kurun waktu secara terurut dengan beberapa periode waktu seperti tahun, kuartal, bulan, minggu dan pada beberapa kasus hari atau jam [25]. Data *time series* dianalisis untuk menemukan pola variansi masa lalu yang dapat digunakan dalam memprediksi nilai di masa depan. Langkah penting dalam memilih suatu data *time series* adalah dengan mempertimbangkan jenis pola data, sehingga metode yang paling tepat dengan pola tersebut dapat diuji. Contoh dari model *time series* ini antara lain *Moving Average*, *Exponential Smoothing*, dan *Proyeksi Trend*.

B. Pola Data

Hal yang perlu diperhatikan dalam metode deret berkala adalah menentukan jenis pola dan historisnya, berikut adalah jenis-jenis pola peramalan [26]:

1) Pola kecenderungan (*Trend*)

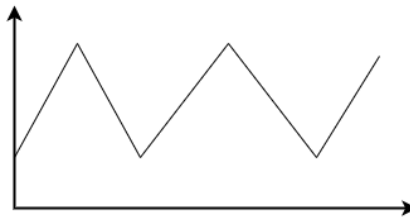
Pola ini terjadi bila ada kenaikan atau penurunan dari data secara gradual dari gerakan datanya dalam kurun waktu panjang. Pola data dalam bentuk ini dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.2 Pola data *trend*

2) Pola musiman (*Seasonality*)

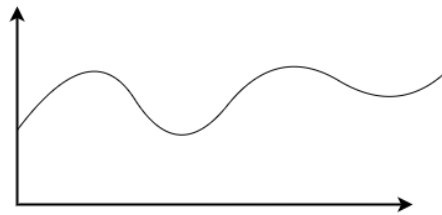
Pola musiman terjadi bila pola datanya berulang setelah beberapa periode tertentu seperti hari, mingguan, bulanan, triwulan dan tahun. Pola musiman berguna meramalkan dalam jangka pendek. Pola data musiman dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 2.3 Pola data musiman

2) Pola Siklis (*Cycles*)

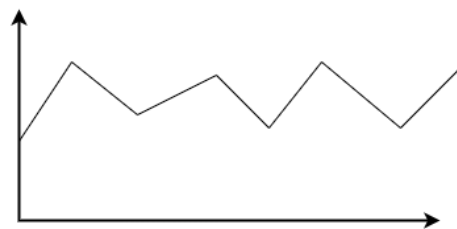
Pola siklis adalah pola data yang terjadinya setiap beberapa tahun, biasanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang berkaitan dengan siklus bisnis. Pola data bentuk ini digambarkan sebagai berikut.



Gambar 2.4 Pola data siklis

3) Pola Horizontal (*Stasioner*)

Pola horizontal merupakan pola data yang fluktuatif, namun data tersebut masih disekitaran rata-rata hitung. Pergerakan data stasioner tidak jauh dari nilai rata-rata data itu sendiri. Pola data bentuk ini digambarkan sebagai berikut.



Gambar 2.5 Pola data horizontal

2.2.3 DES satu parameter dari Brown

Metode *double exponential smoothing* satu parameter dari Brown merupakan metode pemulusan yang mempertimbangkan pemulusan eksponensial tunggal dan pemulusan eksponensial ganda [10]. Metode ini digunakan ketika data menunjukkan adanya sebuah *trend*. *Trend* merupakan penghalusan estimasi dari pertumbuhan rata-rata di akhir masing-masing periode.

Rumus yang digunakan dalam implementasi *Double Eksponensial Smoothing* satu parameter dari Brown sebagai berikut [20] :

1. Menghitung nilai *smoothing* pertama (S'_t)

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

2. Menghitung nilai *smoothing* kedua (S''_t)

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

3. Menghitung nilai konstanta (a_t)

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

4. Menghitung nilai slop (b_t)

$$b_t = \frac{a}{1-a} (S'_t - S''_t) \quad (2.4)$$

5. Menghitung nilai peramalan (F_{t+m})

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

Keterangan dari rumus di atas adalah sebagai berikut:

S'_t : nilai pemulusan eksponensial tunggal pada periode ke- t

S'_{t-1} : nilai pemulusan eksponensial tunggal pada periode ke- $(t-1)$

S''_t : nilai pemulusan eksponensial ganda pada periode ke- t

S''_{t-1} : nilai pemulusan eksponensial ganda pada periode ke- $(t-1)$

X_t : aktual *time series* pada periode ke- t

a : parameter pemulusan eksponensial, $0 < a < 1$

a_t, b_t : konstanta pemulusan pada periode ke- t

F_{t+m} : hasil peramalan untuk periode kedepan yang diramalkan

m : jumlah periode ke depan yang diramalkan

Rumus tersebut dapat digunakan apabila nilai S'_{t-1} dan S''_{t-1} telah tersedia. Namun saat $t=1$, nilai-nilai tersebut belum tersedia, karena harus ditentukan di awal periode, oleh sebab itu untuk mengatasi masalah tersebut dengan menetapkan S'_t dan S''_t sama dengan nilai X_1 . Inisialisasi nilai S'_1, S''_1 seperti berikut [20]:

$$S'_1 = S''_1 = X_1 \quad (2.6)$$

Keterangan:

S'_1 : nilai pemulusan eksponensial tunggal pada periode ke-1

S''_1 : nilai pemulusan eksponensial ganda pada periode ke-1

X_1 : nilai data aktual periode ke-1

2.2.4 DES dua parameter dari Holt

Metode *double exponential smoothing* dua parameter dari Holt ini pada prinsipnya serupa dengan Brown, namun Holt tidak menggunakan rumus pemulusan ganda secara langsung. Ramalan dari pemulusan eksponensial linier Holt diperoleh lebih fleksibel karena menggunakan dua konstanta pemulusan yaitu α dan β . Berikut ini merupakan persamaan dari metode Holt's DES [20]:

1. Menentukan nilai *exponential smoothing* (S_t)

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

2. Menentukan nilai *trend* (b_t)

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

3. Menentukan nilai permalan (F_{t+m})

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

Keterangan dari rumus di atas adalah sebagai berikut:

S_t : nilai pemulusan pada periode ke- t

S_{t-1} : nilai pemulusan pada periode ke- $(t-1)$

X_t : data aktual *time series* pada periode ke- t

b_t : nilai *trend* periode ke- t

b_{t-1} : nilai *trend* periode ke- $(t-1)$

α, β : parameter pemulusan ($0 < \alpha, \beta < 1$)

F_{t+m} : hasil peramalan untuk periode ke depan yang diramalkan

m : jumlah periode ke depan yang diramalkan

Jika dilihat dari persamaan *single exponential smoothing* (2.1) dengan *exponential smoothing* dari Holt (2.7) maka dapat diketahui adanya kesamaan persamaan kecuali dari Holt ditambahkan estimasi *trend* (b_t). Proses inisialisasi untuk pemulusan eksponensial Holt sebagai berikut [20]:

$$S_1 = X_1 \quad (2.10)$$

$$b_1 = \frac{(X_2 - X_1) + (X_4 - X_3)}{2} \quad (2.11)$$

Keterangan:

S_1 : nilai pemulusan pada periode ke-1

$X_{1,2,3,4}$: data aktual periode ke-1 sampai ke-4

b_1 : nilai estimasi *trend* periode ke-1

Pada metode pemulusan eksponensial, data masa lalu dimuluskan dengan cara pembobotan menurun secara eksponensial terhadap nilai pengamatan terbaru dengan memberikan bobot yang lebih besar dibandingkan nilai pengamatan sebelumnya. Parameter alpha (α) digunakan untuk menghaluskan perbedaan nilai dari periode ke periode. Apabila selisih antara jumlah data dari periode satu ke periode yang lain semakin besar, maka nilai alpha yang dipilih akan semakin mendekati 1 (satu) [27].

2.2.5 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

MAPE merupakan pengukuran kesalahan yang menghitung besar persentase penyimpangan antara data aktual dengan data peramalan [17]. Berdasarkan cara tersebut dapat diketahui sejauh manakah ketepatan dari prediksi yang dihasilkan dari model yang dipilih. Nilai MAPE dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$MAPE = \left(\frac{100\%}{n} \right) \sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - Ft}{X_t} \right| \quad (2.12)$$

Keterangan:

X_t : Data aktual pada periode- t

Ft : Nilai peramalan pada periode- t

n : Jumlah data

Hasil MAPE adalah rata-rata dari *error absolute* sebagai persentase nilai rata-rata *error rate absolute* periode data aktual. Kriteria ukuran MAPE mempengaruhi tingkat keakuratan prediksi, apabila nilai MAPE semakin kecil maka nilai akurasi semakin baik. Kriteria nilai MAPE ditunjukkan pada Tabel 2.1 berikut ini [28]:

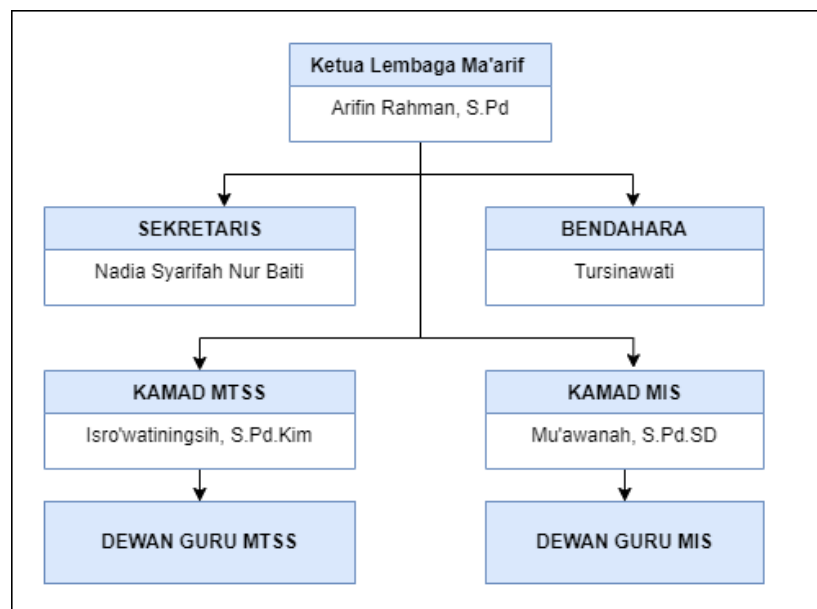
Tabel 2.1 Kriteria Nilai MAPE

| Nilai MAPE (%) | Kriteria |
|----------------|-------------|
| < 10 | Sangat baik |
| 10 – 20 | Baik |
| 20 - 50 | Cukup |
| > 50 | Buruk |

2.2.6 Lembaga Pendidikan Ma'arif NU Wawasan

Lembaga Pendidikan Ma'arif Nahdlatul Ulama atau yang disingkat menjadi LP Ma'arif NU merupakan salah satu lembaga NU yang berperan dalam bidang pendidikan dan pengajaran formal. LP Ma'arif NU Wawasan beralamat di Jln Raya Wawasan No.66 Blok C Kecamatan Tanjung Sari Kabupaten Lampung Selatan Provinsi Lampung. Lembaga ini terdiri dari Madrasah Ibtidaiyah (MI) dan Madrasah Tsanawiyah (MTs) beridiri sejak tahun 2007. Jumlah siswa di Lembaga Pendidikan Ma'arif NU Wawasan dari sejak awal berdiri hingga sekrang cenderung mengalami peningkatan. Awal berdirinya lembaga dengan jumlah siswa di MI sebanyak 36 dan MTs sebanyak 41, sedangkan saat ini siswa MI berjumlah 191 dan MTs berjumlah 140 siswa.

Berikut ini merupakan struktur organisasi Lembaga Pendidikan Ma'arif NU Wawasan yang dapat dilihat pada Gambar 2.6.



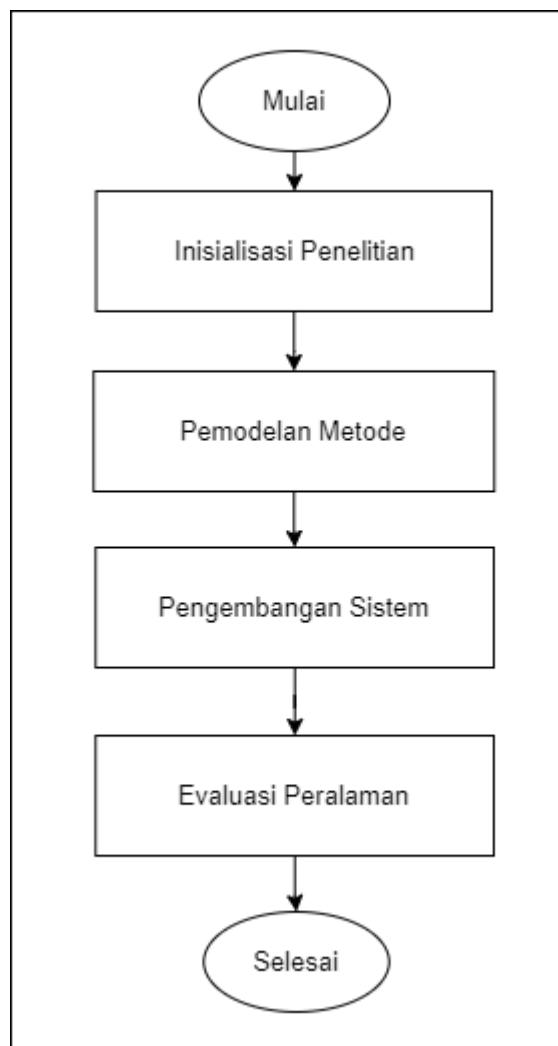
Gambar 2.6 Sruktur Organisasi LP Ma'arif NU Wawasan

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Alur Penelitian merupakan tahapan-tahapan dalam melakukan penelitian. Tahapan yang akan dilakukan antara lain inisialisasi penelitian, pemodelan metode, dan pengembangan sistem akan dibagi menjadi sub bagian. Alur penelitian dalam membangun sistem peramalan ini diilustrasikan pada Gambar 3.1.

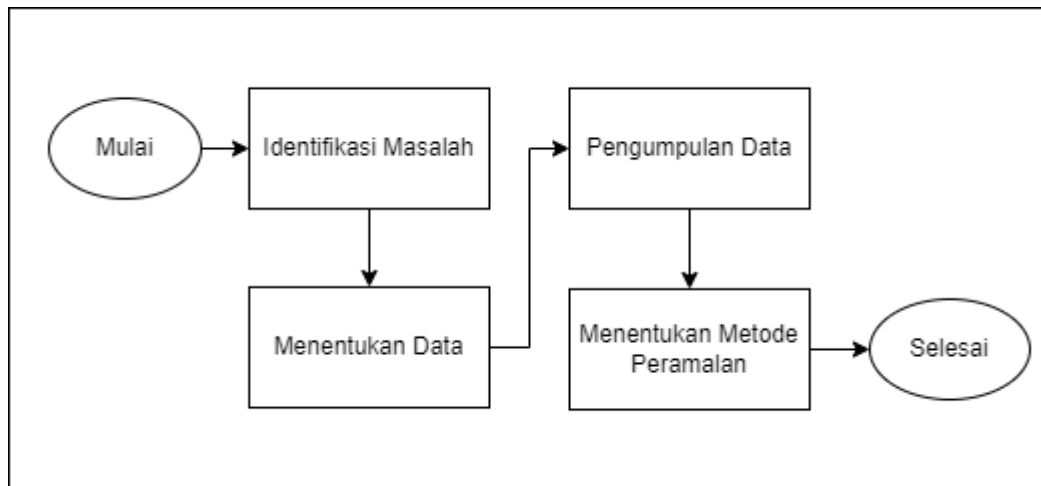


Gambar 3.1 Alur Penelitian

Metodologi penelitian merupakan langkah-langkah yang akan dilakukan peneliti dalam melakukan penelitian dan pengembangan sistem. Tahapan yang dilakukan dalam penelitian terlihat dalam Gambar 3.1.

3.1.1 Inisialisasi Penelitian

Tahap inisialisasi penelitian terdiri dari identifikasi masalah, menentukan data, kemudian data dikumpulkan, setelah itu menentukan metode yang tepat berdasarkan pola data. Tahap inisialisasi penelitian diilustrasikan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Tahap Inisialisasi Penelitian

1) Identifikasi Masalah

Setiap tahun ajaran baru sering terjadi peningkatan maupun penurunan jumlah siswa baru di Lembaga Pendidikan Ma'arif NU Wawasan. Keadaan saat ini di LP Ma'arif NU Wawasan dimana jumlah siswa yang banyak akan tetapi ruang kelas masih belum memadai. Hal tersebut menyebabkan adanya pembagian waktu jam belajar sehingga siswa kurang maksimal dalam menerima materi pelajaran. Tidak hanya itu jumlah guru yang masih kurang juga menyebabkan guru merangkap pelajaran lain maupun rangkap jabatan sehingga dapat mengganggu manajemen pendidikan di madrasah. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah perancangan dan analisa yang tepat sebelum membuat suatu kebijakan. Suatu kebijakan dalam lembaga pendidikan dapat diambil berdasarkan jumlah siswa di tahun ajaran berikutnya.

2) Menentukan Data

Berdasarkan identifikasi masalah serta hasil menelaah dari sumber-sumber pustaka terkait maka pada penelitian ini menggunakan data jumlah siswa baik MI dan MTs Ma'arif NU Wawasan. Data diambil dari Tahun Ajaran 2010 – 2021 yang diperoleh dari pihak Lembaga Pendidikan Ma'arif NU Wawasan.

3) Pengumpulan Data

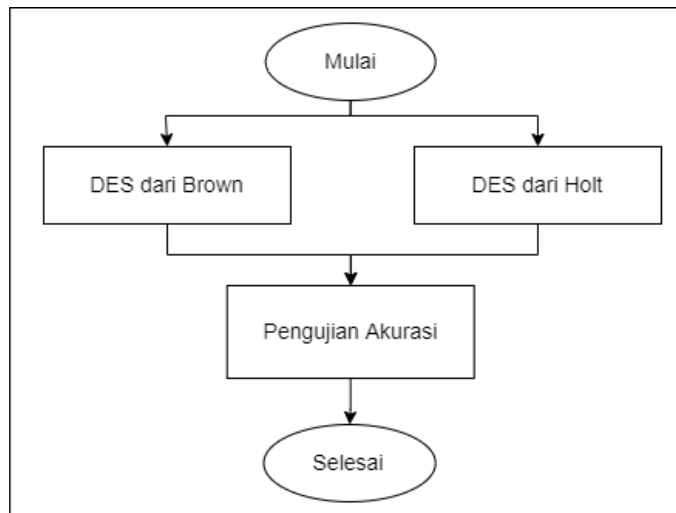
Setelah data ditentukan kemudian dilakukan pengumpulan data yang nantinya akan diolah sebagai bahan penelitian. Pengumpulan data dilakukan dengan cara studi dokumentasi. Studi dokumentasi merupakan salah satu teknik pengumpulan data dengan menghimpun dan menganalisis dokumen-dokumen sebagai sumber data penunjang penelitian. Salah satunya dokumen tertulis, pada penelitian ini berupa data jumlah siswa MI dan MTs Ma'arif NU Wawasan dari tahun 2010 – 2021.

4) Menentukan Metode

Data yang telah dikumpulkan kemudian dibuatlah grafik menggunakan bantuan Microsoft Excel sehingga terbentuklah sebuah pola data. Pola data yang dihasilkan menunjukkan adanya kecenderungan (*trend*) naik atau turun secara terus menerus. Berdasarkan pola data yang terbentuk maka metode yang tepat untuk pengembangan sistem peramalan ini yaitu *Double Exponential Smoothing* (DES). Metode DES dapat menjadi alternatif yang tepat untuk peramalan jangka pendek bila data teridentifikasi dengan jumlah pengamatan atau titik kurang dari 50 data, pola data bukan horizontal, dan tidak dipengaruhi musim [11].

3.1.2 Pemodelan Metode Peramalan

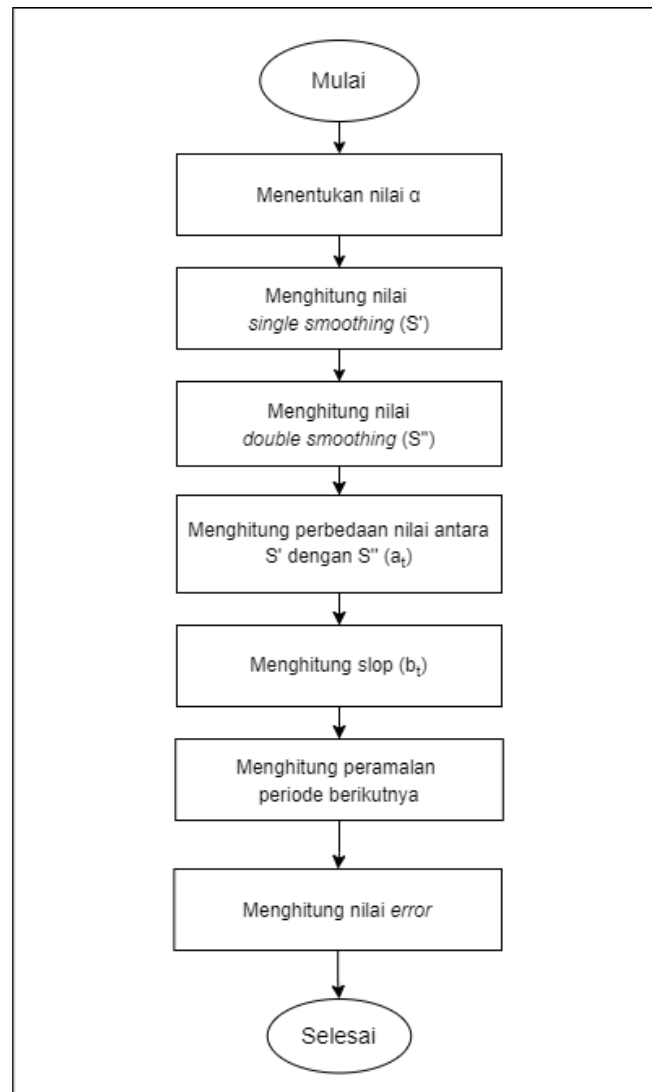
Tahap pemodelan sistem peramalan dilakukan dengan metode DES, dimana metode ini terdiri dari DES satu parameter dari Brown dan DES dua parameter dari Holt. Metode tersebut nantinya akan diimplementasikan kedalam aplikasi berbasis web. Pemodelan sistem peramalan diilustrasikan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Pemodelan Metode Peramalan

a. DES dari Brown

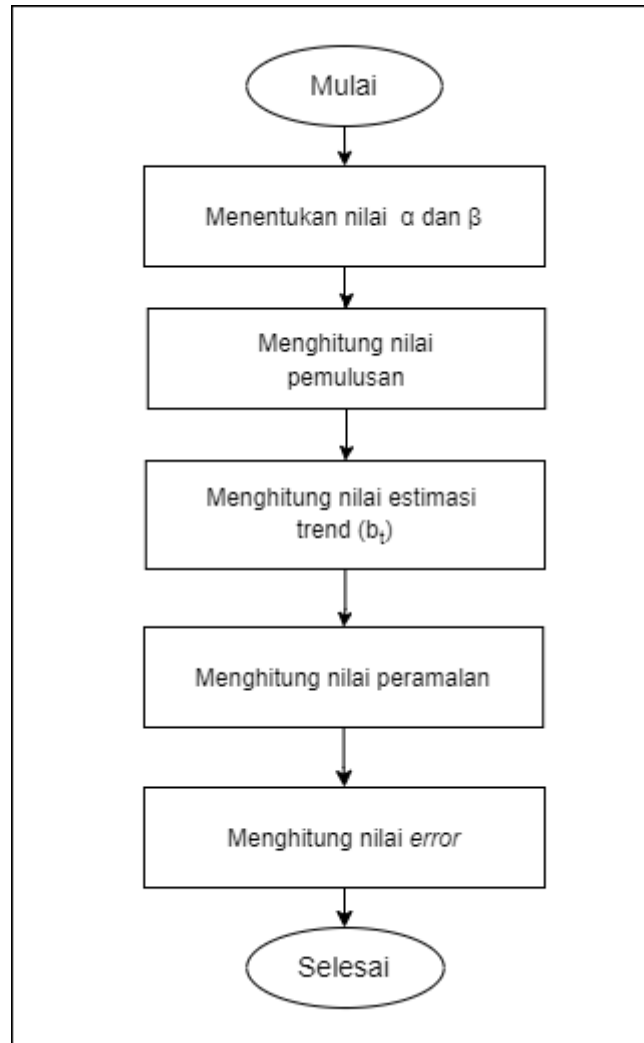
Pada Gambar 3.4 merupakan diagram alir tahapan metode DES dari Brown. Pada proses penyelesaian menggunakan metode DES dari Brown, parameter yang digunakan hanya satu yaitu α ($0 < \alpha < 1$). Kemudian tahap-tahap yang harus dilewati yaitu, menentukan nilai parameter α ($0 < \alpha < 1$), menghitung nilai *single smoothing* (S'), menghitung nilai *double smoothing* (S''), hitung (a_t) yaitu perbedaan antara nilai *single smoothing* (S') dengan *double smoothing* (S''), hitung nilai slop (b_t), kemudian menghitung peramalan untuk periode selanjutnya, lalu setelah itu dilakukan perhitungan *error* menggunakan MAPE untuk mengetahui sejauh mana ketepatan metode tersebut.



Gambar 3.4 Alur DES dari Brown

b. DES dari Holt

Pada Gambar 3.5 merupakan langkah-langkah dalam menggunakan metode DES dari Holt. Pada metode DES dari Holt parameter yang digunakan berjumlah dua yaitu α dan β , dimana nilainya antara 0 hingga 1 ($0 < \alpha < 1$). Pada metode ini parameter α digunakan sebagai konstanta *smoothing*, sedangkan parameter β digunakan sebagai konstanta *smoothing* untuk estimasi *trend*.



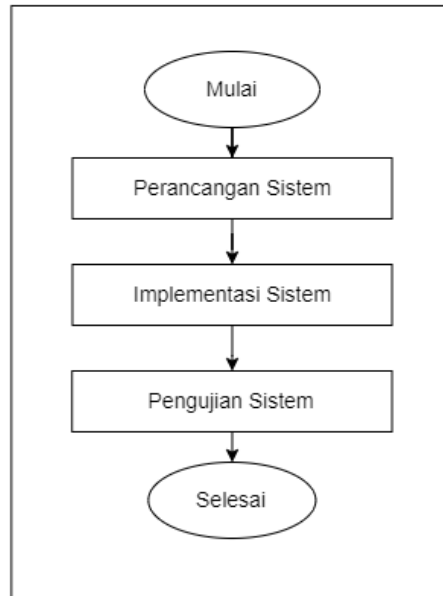
Gambar 3.5 Alur DES dari Holt

c. Pengujian Akurasi

Tahap pengukuran akurasi dilakukan untuk mengetahui besar kesalahan (*error*) yang dihasilkan metode peramalan secara keseluruhan. Pengukuran akurasi dilakukan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), karena MAPE mudah dimengerti dalam membaca tingkat ketepatan metode. Perhitungan MAPE dapat dilihat pada persamaan (2.12). Data yang akan digunakan merupakan data historis jumlah siswa MI dan MTs Ma'arif NU Wawasan dari tahun 2010 – 2021.

3.1.3 Pengembangan Sistem

Tahap pengembangan sistem terdiri dari perancangan sistem dilakukan dalam beberapa tahap yaitu perancangan, implementasi dan pengujian sistem. Tahap pengembangan sistem diilustrasikan pada Gambar 3.6.



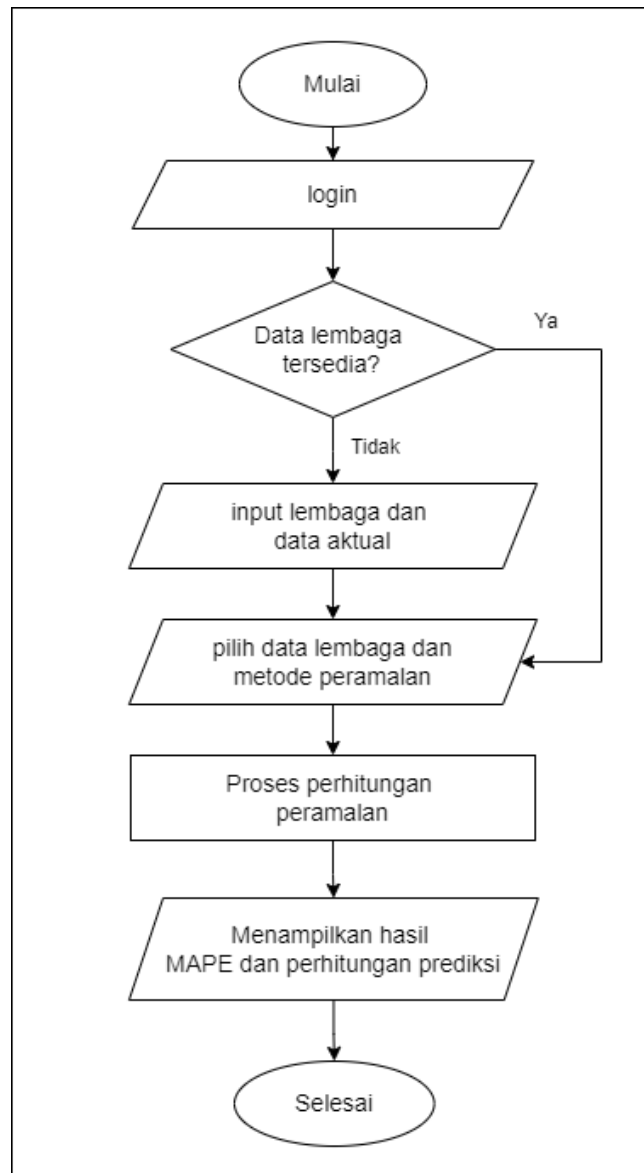
Gambar 3.6 Pengembangan sistem

1. Perancangan Sistem

Penelitian ini memiliki perancangan sistem yang digambarkan menggunakan *flowchart*, *Unified Modeling Language* (UML) yang terdiri dari *use case diagram* dan *activity diagram*.

A. Flowchart

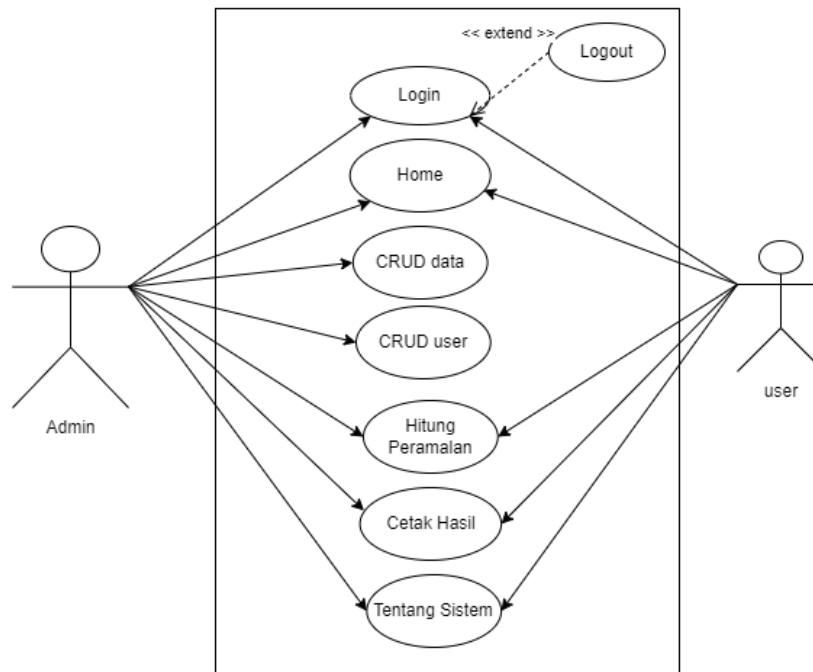
Flowchart merupakan langkah-langkah yang menggambarkan alur suatu program dalam proses memecahkan sebuah masalah. Diagram *flowchart* pada Gambar 3.7 menguraikan langkah-langkah yang dilakukan sistem dalam proses meramalkan data pada periode yang akan datang. Langkah pertama yaitu *user login* kedalam sistem, input data aktual lembaga, pilih metode yang digunakan, kemudian sistem akan melakukan proses perhitungan, lalu sistem akan menampilkan hasil MAPE dan perhitungan peramalan.



Gambar 3.7 *Flowchart* sistem peramalan

B. *Use Case Diagram*

Use case diagram adalah salah satu model UML yang berfungsi mengetahui hubungan antara pengguna dengan suatu sistem. *Use case diagram* digunakan untuk mengetahui fungsionalitas fitur yang terdapat pada sistem. *Use case diagram* sistem dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 *Use case diagram* sistem

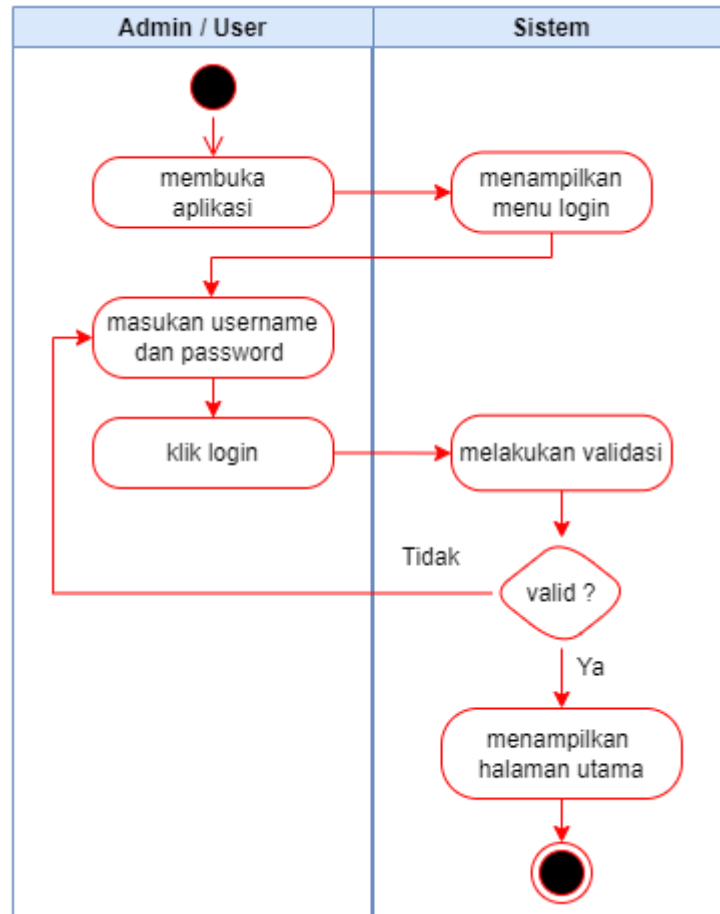
Aktor pada Gambar 3.8 terdiri dari pengguna/user dan admin. Pengguna dapat login ke sistem jika mempunyai akun yang sudah dibuatkan oleh Admin. Pengguna hanya dapat melakukan perhitungan peramalan data aktual, mencetak hasil perhitungan, melihat halaman home, dan tentang sistem. Sedangkan Admin dapat mengakses semua fitur yang ada pada sistem peramalan.

C. Activity Diagram

Berikut ditampilkan *activity diagram* dari rancang bangun aplikasi sistem peramalan yang dikembangkan.

1) Activity diagram login

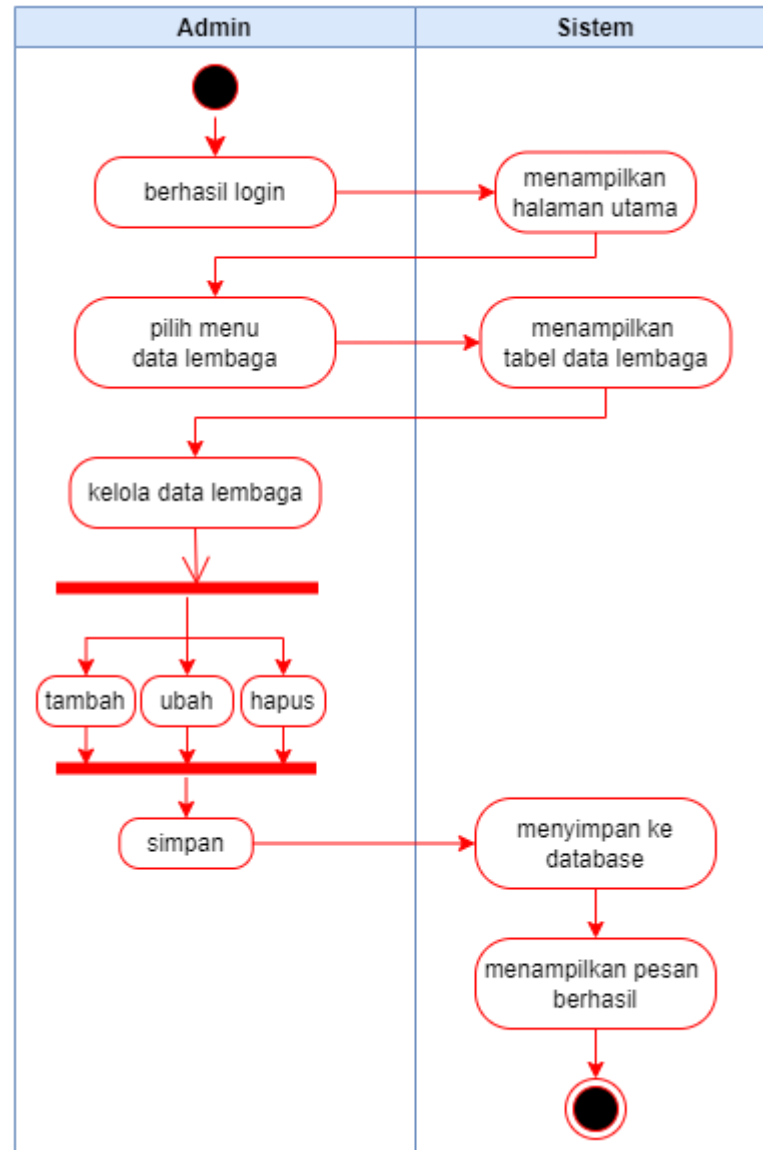
Ketika admin atau user melakukan login terlebih dahulu untuk mengakses aplikasi, dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Activity diagram login

2) Activity diagram kelola data lembaga

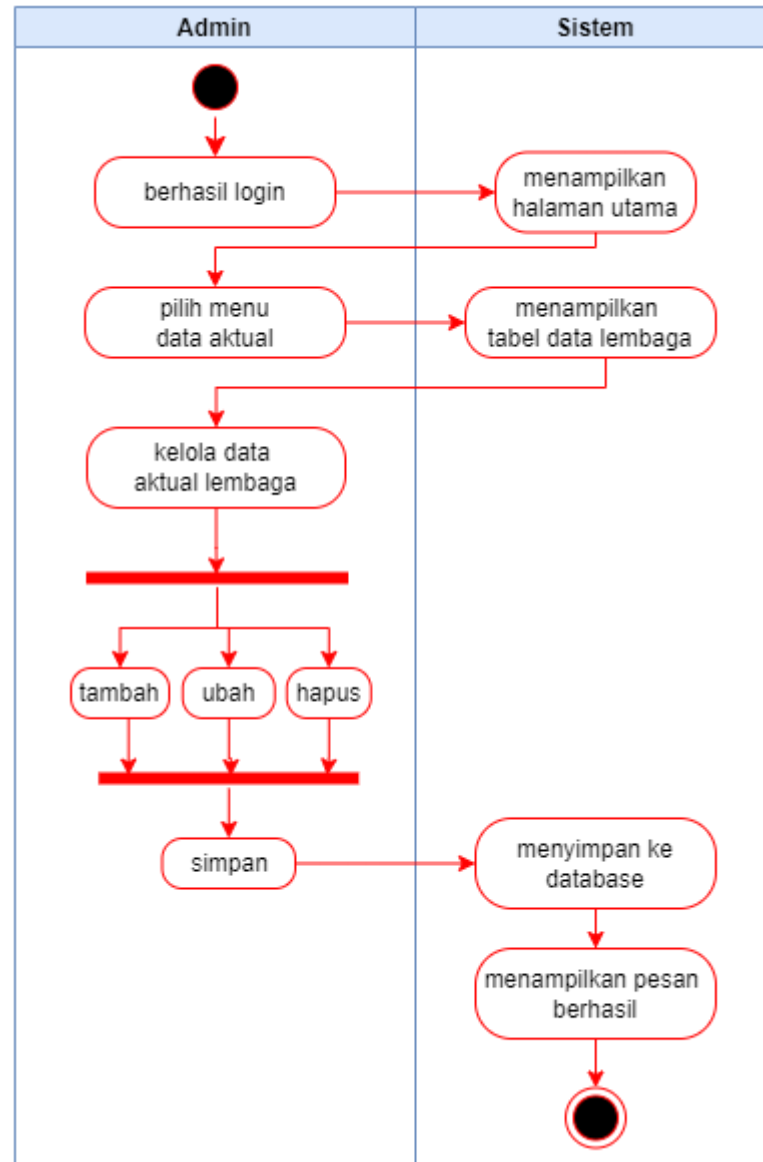
Ketika admin kelola data lembaga dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Activity diagram kelola lembaga

3) Activity diagram kelola data aktual

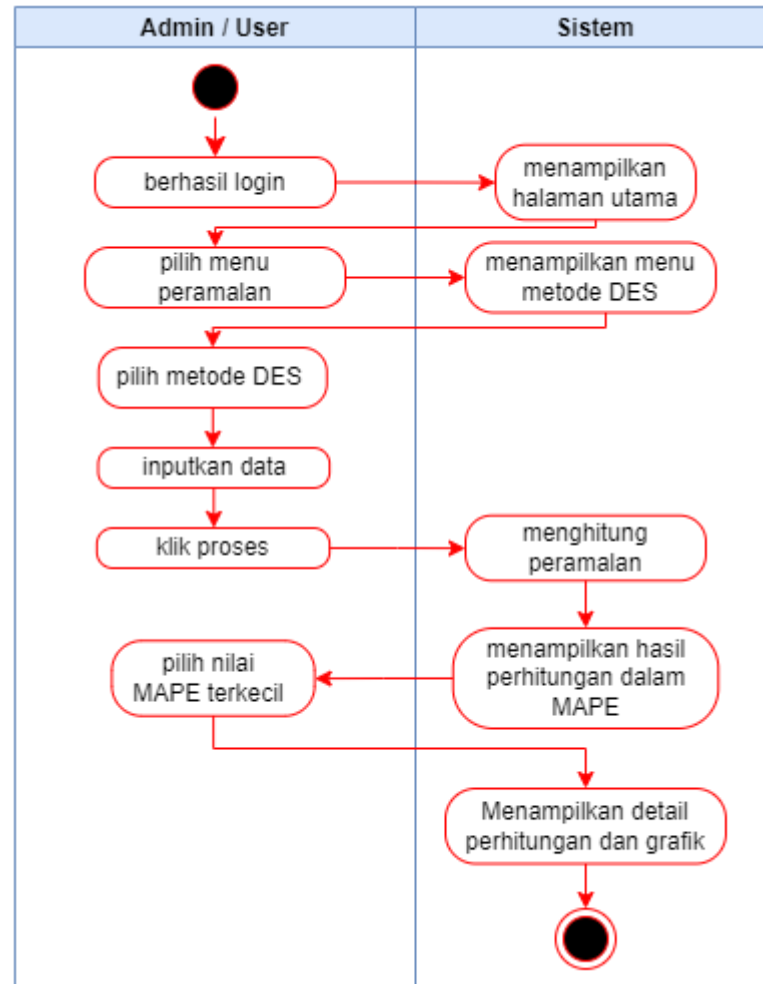
Ketika admin kelola data aktual dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Activity diagram kelola data aktual

4) Activity diagram peramalan

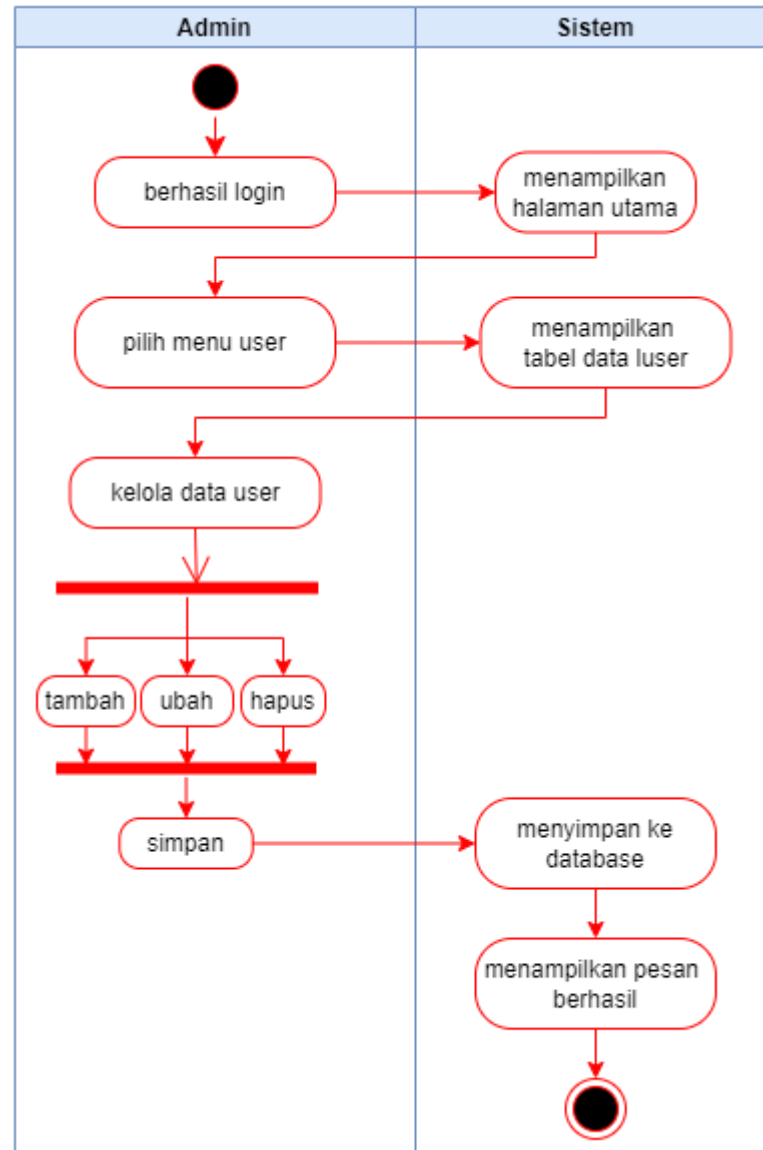
Ketika admin atau user melakukan peramalan dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.12 Activity diagram peramalan

5) Activity diagram kelola user

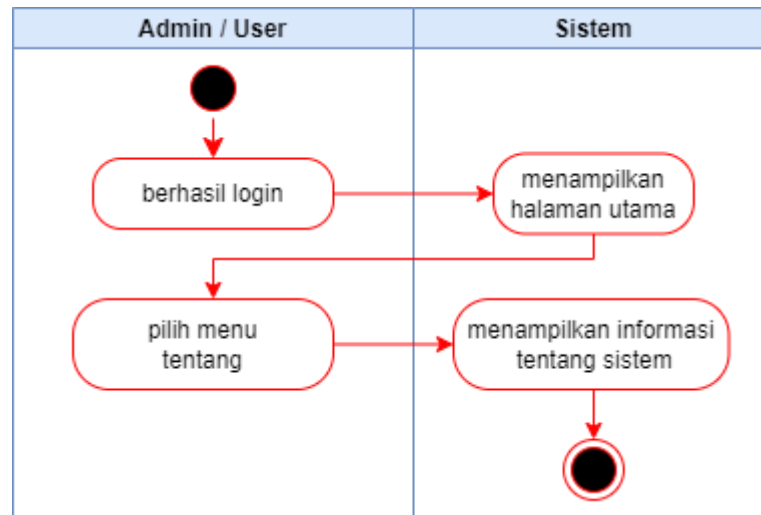
Ketika admin kelola data user dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13 Activity diagram kelola data user

6) Activity diagram tentang sistem

Ketika admin atau user dapat dilihat pada Gambar 3.14.



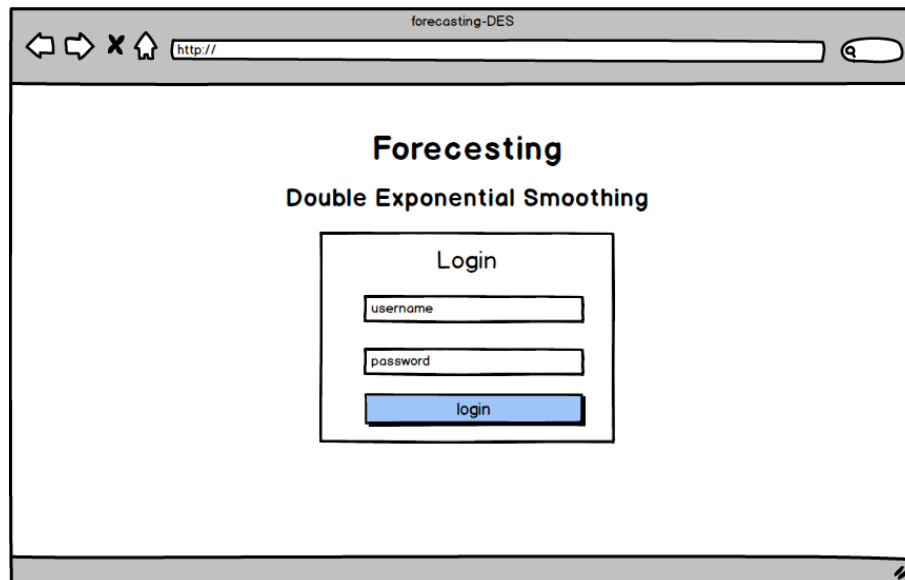
Gambar 3.14 Activity diagram tentang sistem

D. Rancangan Antarmuka

Rancangan antarmuka bertujuan untuk mengilustrasikan desain antarmuka yang akan diimplementasikan menjadi sebuah aplikasi. *User interface* (antarmuka) merupakan serangkaian bentuk grafis yang dapat dimengerti oleh pengguna komputer dan sistem sehingga berjalan sebagaimana mestinya [29]. Antarmuka pemakai adalah suatu bagian sistem informasi yang membutuhkan interaksi pengguna untuk mencipta masukan dan keluaran [30]. Rancangan antarmuka dibuat dengan menggunakan aplikasi desktop Balsamiq Mockup.

1) Rancangan Antarmuka Halaman *Login*

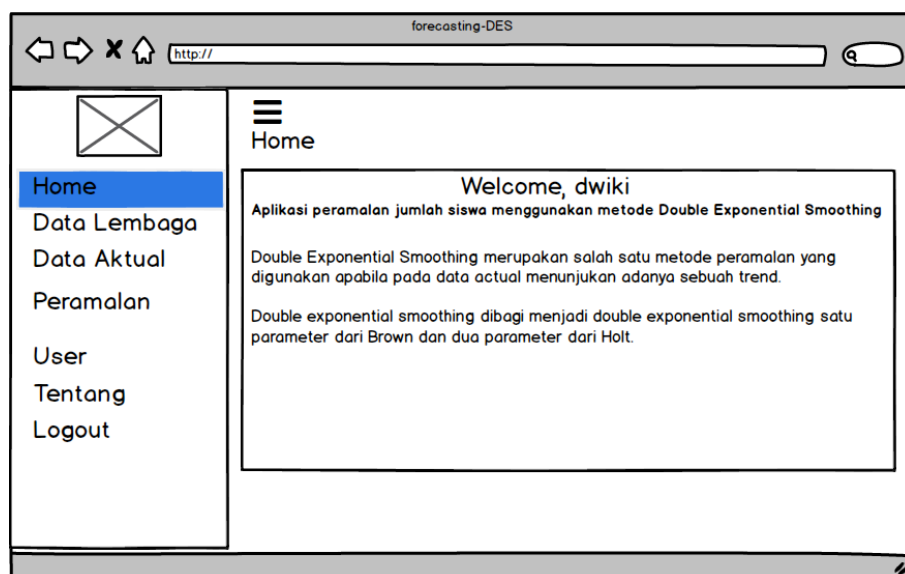
Gambar 3.15 merupakan rancangan antarmuka halaman login. Halaman ini berfungsi sebagai proses masuk ke dalam sistem permalan dengan memasukkan identitas akun berupa *username* dan *password* untuk mendapatkan hak akses (admin/user).



Gambar 3.15 Rancangan Antarmuka Halaman Login

2) Rancangan Antarmuka Menu Home

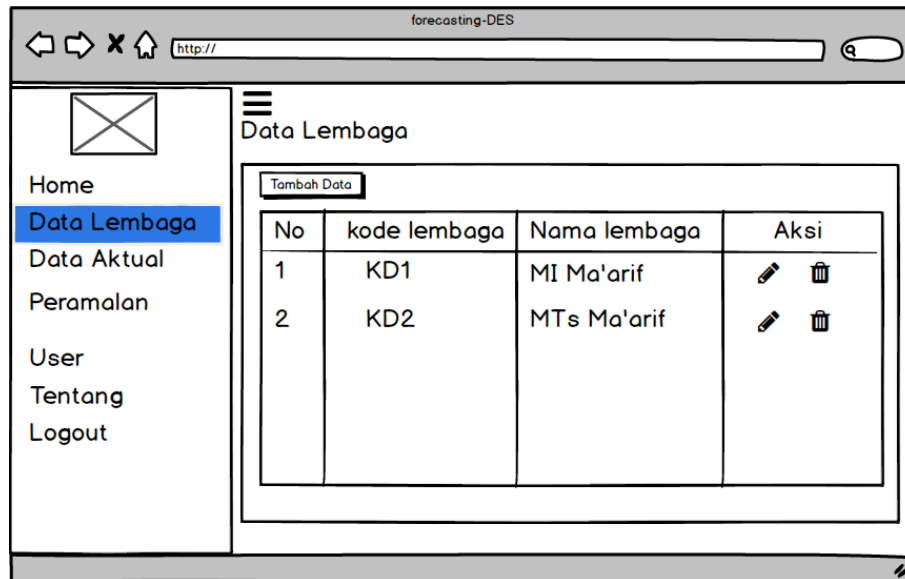
Gambar 3.16 merupakan rancangan antarmuka dari menu *home*. Menu *home* berfungsi sebagai halaman awal dari sistem peramalan juga untuk menampilkan penjelasan tentang metode *double exponential smoothing*.



Gambar 3.16 Rancangan Antarmuka Menu *Home*

3) Rancangan Antarmuka Menu Data Lembaga

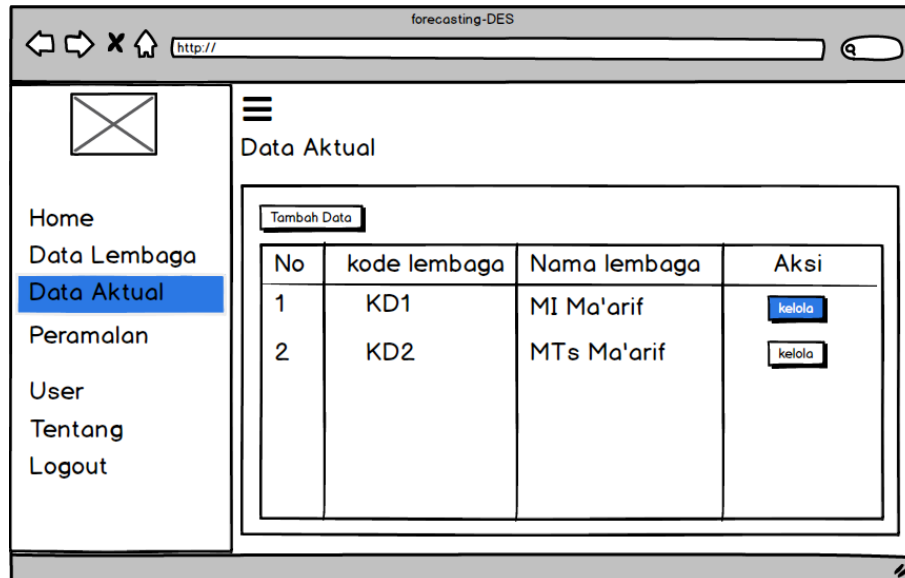
Gambar 3.17 merupakan rancangan antarmuka menu data lembaga. Menu tersebut berfungsi untuk mengelola seperti menambahkan, mengedit, dan menghapus data lembaga yang akan diprediksi jumlah siswanya. Pada menu ini hanya seorang admin yang dapat mengelola data lembaga.



Gambar 3.17 Rancangan Antarmuka Menu Data Lembaga

4) Rancangan Antarmuka Menu Data Aktual

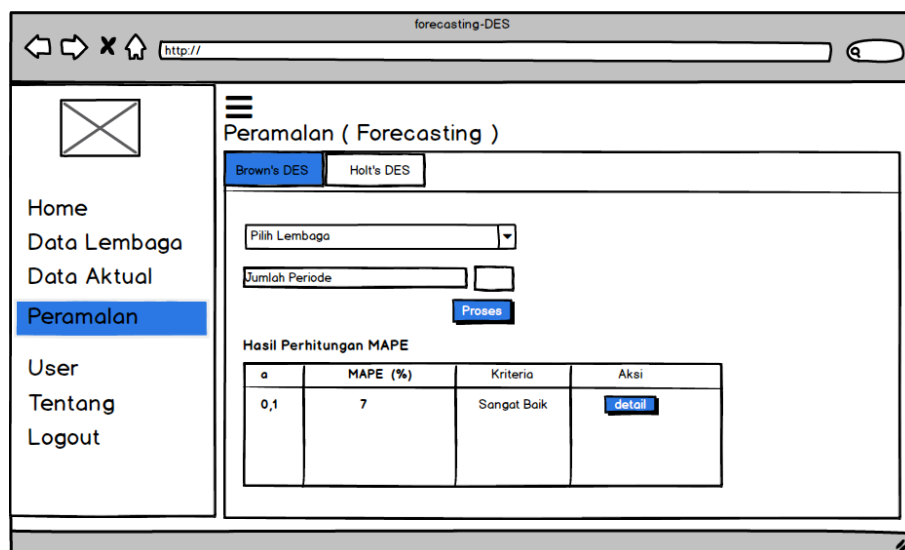
Gambar 3.18 merupakan rancangan antarmuka menu data aktual. Menu tersebut berfungsi untuk mengelola seperti menambahkan, mengedit, dan menghapus data aktual dari setiap lembaga yang sudah ditambahkan ke dalam sistem. Pada menu ini hanya seorang admin yang dapat mengelola data aktual setiap lembaga.



Gambar 3.18 Rancangan Antarmuka Menu Data Aktual

5) Rancangan Antarmuka Menu Peramalan

Gambar 3.19 dan Gambar 3.20 merupakan rancangan antarmuka menu peramalan. Pada menu ini baik admin maupun user dapat melakukan perhitungan peramalan juga melihat hasil MAPE. Dengan memilih detail dari hasil MAPE akan menampilkan perhitungan metode serta grafik peramalan dapat dilihat pada Gambar 3.21.



Gambar 3.19 Rancangan Antarmuka Peramalan Brown's DES

forecasting-DES

Peramalan (Forecasting)

Brown's DES Holt's DES

Pilih Lembaga

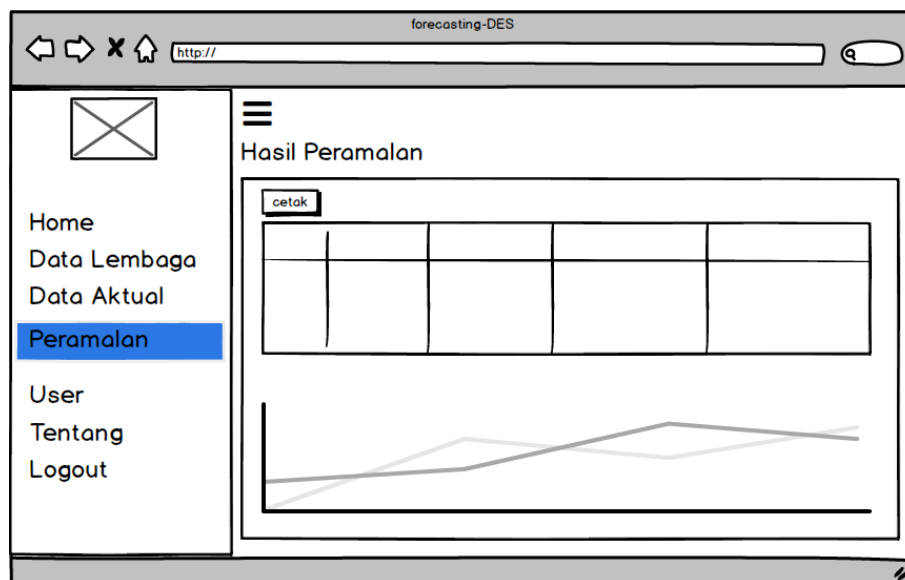
Jumlah Periode

Proses

Hasil Perhitungan MAPE

| a | b | MAPE (%) | Kriteria | Aksi |
|-----|-----|----------|----------|--------|
| 0,9 | 0,3 | 15 | Baik | detail |

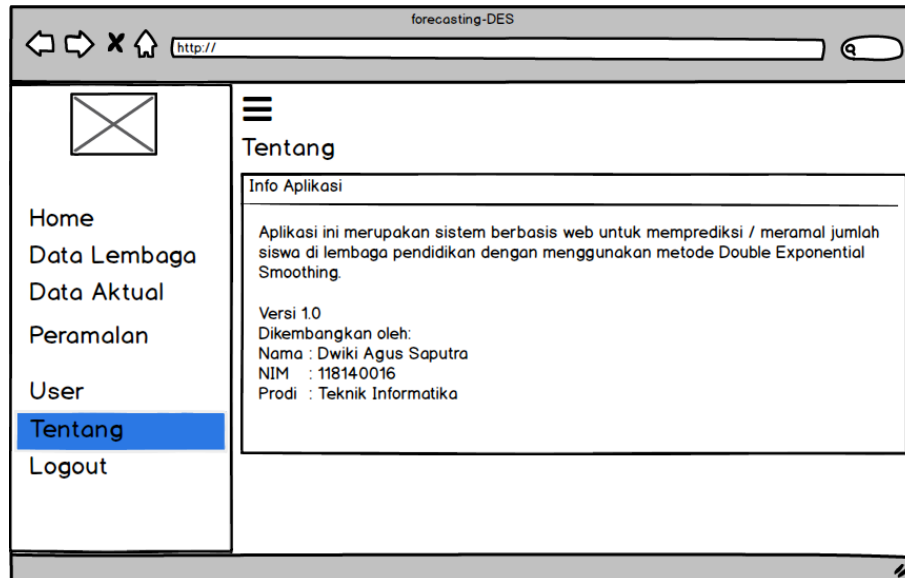
Gambar 3.20 Rancangan Antarmuka Peramalan Holt's DES



Gambar 3.21 Rancangan Antarmuka Halaman Hasil Peramalan

6) Rancangan Antarmuka Menu Tentang

Gambar 3.22 merupakan rancangan antarmuka menu tentang. Menu ini berisi informasi dari sistem peramalan.



Gambar 3.22 Rancangan Antarmuka Menu Tentang

2. Implementasi Sistem

Pada tahap implementasi aplikasi ini diperlukan *Hardware* dan *Software* dengan spesifikasi yang mendukung pengimplementasian sistem. Sebuah aplikasi dapat berjalan dengan baik jika perangkat memenuhi standar minimum. Perangkat pendukung yang digunakan dalam pengembangan aplikasi ini sebagai berikut:

- a) Perangkat Keras (*Hardware*)
 1. Processor yang digunakan adalah Intel(R) Celeron(R) CPU N2840 @ 2,16GHz.
 2. Memori RAM 2.00GB.
 3. Penyimpanan SSD 120GB.
- b) Perangkat Lunak (*Software*)
 1. Sistem Operasi Windows 10 64-bit.
 2. Microsoft Office 2013.
 3. Balsamiq Mockup, digunakan untuk membuat prototype desain antar muka aplikasi.
 4. MySQL, digunakan sebagai database.
 5. Vs Code, digunakan sebagai kode editor.

3. Pengujian Sistem

Tahap pengujian sistem dilakukan untuk menguji fungsionalitas dan kinerja aplikasi untuk mencari kekurangan maupun *error* pada aplikasi dengan menguji semua fitur dan kondisi yang dapat terjadi. Metode pengujian sistem yang digunakan adalah metode *blackbox testing* atau pengujian fungsionalitas yang mengutamakan fungsionalitas aplikasi dengan cara menguji suatu aplikasi tanpa memahami isi dari struktur program seperti Tabel 3.1.

Tabel 3.1 *Test case* pengujian sistem

| No | Skenario | Test Case | Hasil yang diharapkan |
|----|---------------------|--|--|
| 1 | Tombol | Menekan semua tombol yang ada pada aplikasi | Tombol berjalan sesuai dengan fungsinya |
| 2 | Halaman login | Mengisi <i>username</i> dan <i>password</i> yang benar | Login berhasil, lalu masuk ke menu <i>home</i> |
| | | Mengisi <i>username</i> dan <i>password</i> yang salah | Login gagal |
| 3 | Kelola data lembaga | Mengelola data lembaga | Dapat mengelola data lembaga |
| 4 | Kelola data aktual | Mengelola data aktual | Dapat mengelola data aktual setiap lembaga |
| 5 | Halaman Peramalan | Mengisi form inputan, lalu klik tombol poses | Dapat menampilkan hasil MAPE berdasarkan parameter |
| | | Menekan tombol detail MAPE | Dapat menampilkan hasil perhitungan metode dan grafik peramalan. |
| 6 | Kelola data user | Mengelola data user | Dapat mengelola data user |
| 7 | Halaman Tentang | Memilih menu tentang | Dapat menampilkan informasi tentang aplikasi |

3.1.4 Evaluasi Peramalan

Pada tahap ini dilakukan perbandingan hasil akurasi dari kedua metode berdasarkan nilai MAPE yang dihasilkan. Dengan mengetahui besar nilai MAPE antara metode DES Brown dan Holt maka dapat diketahui sejauh manakah ketepatan dari prediksi yang dihasilkan setiap metode tersebut. Semakin kecil nilai MAPE yang dihasilkan maka semakin baik ketepatan hasil peramalan, dimana kriteria nilai MAPE dapat dilihat pada tabel 2.1.

3.2 Ilustrasi Perhitungan Metode

Berikut ini merupakan proses perhitungan peramalan dengan menggunakan metode Brown's DES dan Holt's DES. Data yang digunakan adalah data jumlah siswa MI Ma'arif NU Wawasan dari tahun ajaran 2010 – 2021 dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Perkembangan Jumlah Siswa MI Ma'arif NU Wawasan

| Tahun | Periode | Jumlah siswa |
|-------|---------|--------------|
| 2010 | 1 | 117 |
| 2011 | 2 | 122 |
| 2012 | 3 | 125 |
| 2013 | 4 | 114 |
| 2014 | 5 | 127 |
| 2015 | 6 | 139 |
| 2016 | 7 | 137 |
| 2017 | 8 | 138 |
| 2018 | 9 | 174 |
| 2019 | 10 | 185 |
| 2020 | 11 | 197 |
| 2021 | 12 | 191 |

3.2.1 Perhitungan DES dari Brown

Parameter alpha (α) yang digunakan pada metode DES dari Brown ini adalah 0.5. Langkah-langkah dalam perhitungannya sebagai berikut.

1) Menentukan $S't$ (smoothing pertama)

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

- Untuk $t = 1$, $X_1 = 117$

Karena S'_{t-1} belum tersedia maka $S'_1 = X_1 = 117$

- Untuk $t = 2$ ($X_2 = 122$)

$$S'_2 = 0,5(122) + (1 - 0,5)(117)$$

$$S'_2 = 119,5$$

- Untuk $t = 3$ ($X_3 = 125$)

$$S'_3 = 0,5(125) + (1 - 0,5)(119,5)$$

$$S'_3 = 122,5$$

Seterusnya sampai pada perhitungan $S't$ untuk $t = 12$ sebagai berikut:

- Untuk $t = 12$ ($X_{12} = 191$, $S'_{11} = 183,493$)

$$S'_{12} = 0,5(191) + (1 - 0,5)(183,493)$$

$$S'_{12} = 187,247$$

2) Menentukan $S''t$ (smoothing kedua)

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

- Untuk $t = 1$ ($X_1 = 117$)

Karena S''_{t-1} belum tersedia maka $S''_1 = X_1 = 117$

- Untuk $t = 2$ ($S'_2 = 119,5$)

$$S''_2 = 0,5(119,5) + (1 - 0,5)(117)$$

$$S''_2 = 118,25$$

- Untuk $t = 3$ ($S'_3 = 122,25$)

$$S''_3 = 0,5(122,25) + (1 - 0,5)(118,25)$$

$$S''_3 = 120,25$$

Seterusnya sampai pada perhitungan nilai S''_t untuk $t = 12$ sebagai berikut:

- Untuk $t = 12$ ($S'_{12} = 187,247$, $S''_{11} = 170,228$)

$$S''_{12} = 0,5(187,247) + (1 - 0,5)(170,228)$$

$$S''_{12} = 120,25$$

3) Menentukan nilai konstanta a_t

$$a_t = 2S'_t - S''_t$$

- Untuk $t = 1$ ($S'_1 = 117$; $S''_1 = 117$)

$$a_1 = 2(117) - 117$$

$$a_1 = 117$$

- Untuk $t = 2$ ($S'_2 = 119,5$; $S''_2 = 118,25$)

$$a_2 = 2(119,5) - 118,25$$

$$a_2 = 120,75$$

- Untuk $t = 3$ ($S'_3 = 122,25$; $S''_3 = 120,25$)

$$a_3 = 2(122,25) - 120,25$$

$$a_3 = 124,25$$

Seterusnya sampai pada perhitungan nilai a_t untuk $t = 12$ sebagai berikut:

- Untuk $t = 12$ ($S'_{12} = 187,247$; $S''_{12} = 178,737$)

$$a_{12} = 2(187,247) - 178,737$$

$$a_{12} = 195,756$$

4) Menentukan nilai slope b_t

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

- Untuk $t = 1$ ($S'_1 = 117$; $S''_1 = 117$)

$$b_1 = \frac{0,5}{1 - 0,5} (117 - 117)$$

$$b_1 = 0$$

- Untuk $t = 2$ ($S'_2 = 119,5$; $S''_2 = 118,25$)

$$b_2 = \frac{0,5}{1 - 0,5} (119,5 - 118,25)$$

$$b_2 = 1,2$$

- Untuk $t = 3$ ($S'_3 = 122,25$; $S''_3 = 120,25$)

$$b_3 = \frac{0,5}{1 - 0,5} (122,25 - 120,25)$$

$$b_3 = 2$$

Seterusnya sampai pada perhitungan nilai b_t untuk $t = 12$ sebagai berikut:

- Untuk $t = 12$ ($S'_{12} = 187,247$; $S''_{12} = 178,737$)

$$b_{12} = \frac{0,5}{1 - 0,5} (187,247 - 178,737)$$

$$b_{12} = 8,51$$

5) Menentukan nilai peramalan (F_{t+m})

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

- Untuk $t = 1$, $m = 1$

$$F_{1+1} = a_1 + (b_1 \cdot m)$$

$$F_2 = 117 + (0)(1)$$

$$F_2 = 117$$

- Untuk $t = 2$, $m = 1$

$$F_{2+1} = a_2 + (b_2 \cdot m)$$

$$F_3 = 120,75 + (1,25)(1)$$

$$F_3 = 122$$

- Untuk $t = 3$, $m = 1$

$$F_{3+1} = a_3 + (b_3 \cdot m)$$

$$F_4 = 124,25 + (2)(1)$$

$$F_4 = 126,25$$

6) Perhitungan *error absolut*

$$\% \text{ error} = \left(\frac{100\%}{n} \right) \left| \frac{Xt - Ft}{Xt} \right|$$

- Untuk $t = 2$

$$\% \text{ error} = \left(\frac{100\%}{11} \right) \left| \frac{122 - 117}{122} \right| = 4 \%$$

- Untuk $t = 3$

$$\% \text{ error} = \left(\frac{100\%}{11} \right) \left| \frac{125 - 122}{125} \right| = 2 \%$$

Seterusnya sampai $t = 12$ sebagai berikut.

- Untuk $t = 12$

$$\% \text{ error} = \left(\frac{100\%}{11} \right) \left| \frac{191 - 210,024}{191} \right| = 10 \%$$

Jadi total dari persentase absolut *error* yang dihasilkan sebesar 73,983 % dari 11 peramalan. Hasil perhitungan dengan menggunakan metode *double exponential smoothing* satu parameter dari Brown dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Perhitungan Lengkap Brown's DES

| Tahun | Periode | Jumlah | S't | S''t | at | bt | Ft | % error |
|-------|---------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|------------|
| 2010 | 1 | 117 | 117,0 | 117,00 | 117,00 | 0,00 | | |
| 2011 | 2 | 122 | 119,50 | 118,25 | 120,75 | 1,25 | 117,0 | 4% |
| 2012 | 3 | 125 | 122,25 | 120,25 | 124,25 | 2,00 | 122,00 | 2% |
| 2013 | 4 | 114 | 118,12 | 119,18 | 117,06 | -1,06 | 126,25 | 11% |
| 2014 | 5 | 127 | 122,56 | 120,87 | 124,25 | 1,68 | 116,00 | 9% |
| 2015 | 6 | 139 | 130,78 | 125,82 | 135,73 | 4,95 | 125,93 | 9% |
| 2016 | 7 | 137 | 133,89 | 129,85 | 137,92 | 4,03 | 140,68 | 3% |
| 2017 | 8 | 138 | 135,94 | 132,90 | 138,98 | 3,043 | 141,95 | 3% |
| 2018 | 9 | 174 | 154,97 | 143,93 | 166,00 | 11,03 | 142,03 | 18% |
| 2019 | 10 | 185 | 169,98 | 156,96 | 183,01 | 13,02 | 177,04 | 4% |
| 2020 | 11 | 197 | 183,49 | 170,22 | 196,75 | 13,26 | 196,03 | 0% |
| 2021 | 12 | 191 | 187,24 | 178,73 | 195,75 | 8,51 | 210,02 | 10% |

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 3.2 maka dapat lakukan peramalan jumlah siswa di MI Ma'arif NU Wawasan dengan perhitungan nilai peramalan berikut ini. Ramalan jumlah siswa tahun 2022, 2023, 2024 maka periode ke depan yang diramalkan yaitu $m = 1$, $m = 2$, $m = 3$ dan nilai periode yang digunakan adalah periode pada tahun terakhir yaitu $t = 12$:

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

- Untuk $m = 1$

$$F_{12+1} = a_{12} + (b_{12} \cdot m)$$

$$F_{13} = 195,756 + (8,51)(1)$$

$$F_{13} = 204,2656 \approx 204$$

- Untuk $m = 2$

$$\begin{aligned} F_{12+2} &= a_{12} + (b_{12} \cdot m) \\ F_{14} &= 195,756 + (8,51)(2) \\ F_{14} &= 212,7751 \approx 213 \end{aligned}$$

- Untuk $m = 3$

$$\begin{aligned} F_{12+3} &= a_{12} + (b_{12} \cdot m) \\ F_{15} &= 195,756 + (8,51)(3) \\ F_{15} &= 221,2847 \approx 221 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa nilai prediksi jumlah siswa MI Ma'arif NU Wawasan pada tahun 2022, 2023, 2024 berturut-turut sebanyak 204, 213, dan 221. Untuk mengetahui tingkat akurasi hasil peramalan dengan menggunakan perhitungan MAPE sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{MAPE} &= \left(\frac{100\%}{n} \right) \sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right| \\ \text{MAPE} &= \frac{\sum \% \text{ error}}{n} \\ \text{MAPE} &= \frac{73,983\%}{11} = 6,726 \% \end{aligned}$$

3.2.2 Perhitungan DES dari Holt

Pada metode pemulusan eksponensial, jika selisih antara jumlah data dari periode satu ke periode yang lain semakin besar, maka nilai alpha yang dipilih semakin mendekati 1 (satu) [27]. Berdasarkan pernyataan tersebut maka parameter alpha (α) yang digunakan metode Holt ini adalah 0.9, sementara beta (β) sebesar 0.3.

1) Menentukan nilai pemulusan pada periode (S_t) dan nilai *trend* (b_t)

$$\begin{aligned} S_t &= \alpha \cdot X_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}) \\ b_t &= \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \end{aligned}$$

- Untuk $t = 1$

$$X_1 = 117$$

Pada $t = 1$ untuk nilai S_1 dan b_1 menggunakan inisialisasi yaitu

$$S_1 = X_1 = 117$$

$$b_1 = \frac{(x_2 - x_1) + (x_4 - x_3)}{2} = \frac{(122 - 117) + (114 - 125)}{2} = -3$$

- Untuk $t = 2$

$$X_2 = 122$$

Menghitung nilai pemulusan S_2 :

$$S_2 = \alpha \cdot X_2 + (1 - \alpha)(S_1 + b_1)$$

$$S_2 = (0,9)(122) + (1 - 0,9)(117 - 3) = 121,2$$

Menghitung nilai *trend* b_2 :

$$b_2 = \beta(S_2 - S_1) + (1 - \beta)b_1$$

$$b_2 = 0,3(121,2 - 117) + (1 - 0,3)(-3) = -0,84$$

- Untuk $t = 3$

$$X_3 = 125$$

Menghitung nilai pemulusan S_3 :

$$S_3 = \alpha \cdot X_3 + (1 - \alpha)(S_2 + b_2)$$

$$S_3 = (0,9)(125) + (1 - 0,9)(121,2 - 0,84) = 124,536$$

Menghitung nilai *trend* b_3

$$b_3 = \beta(S_3 - S_2) + (1 - \beta)b_2$$

$$b_3 = 0,3(124,536 - 121,2) + (1 - 0,3)(-0,84) = 0,413$$

Seterusnya sampai pada perhitungan $t = 12$ sebagai berikut:

- Untuk $t = 12$

$$X_{12} = 191$$

Menghitung nilai pemulusan S_{12} :

$$S_{12} = \alpha \cdot X_{12} + (1 - \alpha)(S_{11} + b_{11})$$

$$S_{12} = (0,9)(191) + (1 - 0,9)(196,992 + 12,229) = 192,822$$

Menghitung nilai *trend* b_{12} :

$$b_{12} = \beta(S_{12} - S_{11}) + (1 - \beta)b_{11}$$

$$b_{12} = 0,3(192,822 - 196,992) + (1 - 0,3)(12,229) = 7,31$$

2) Menentukan nilai peramalan (F_{t+m})

$$F_{t+m} = S_t + b_t \cdot m$$

- Untuk $t = 1, m = 1$

$$F_{1+1} = S_1 + b_1 \cdot m$$

$$F_2 = 117 + (-3).1 = 114$$

- Untuk $t = 2, m = 1$

$$F_{2+1} = S_2 + b_2.m$$

$$F_3 = 121,2 + (-0,84).1 = 120,36$$

- Untuk $t = 3, m = 1$

$$F_{3+1} = S_3 + b_3.m$$

$$F_4 = 124,536 + (0,413).1 = 124,949$$

3) Perhitungan *error absolut*

$$\% \text{ error} = \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right| 100\%$$

- Untuk $t = 2$

$$\% \text{ error} = \left| \frac{122 - 114}{122} \right| 100\% = 7 \%$$

- Untuk $t = 3$

$$\% \text{ error} = \left| \frac{125 - 120,36}{125} \right| 100\% = 4 \%$$

Seterusnya sampai $t = 12$ sebagai berikut:

- Untuk $t = 12$

$$\% \text{ error} = \left| \frac{191 - 209,221}{191} \right| 100\% = 10 \%$$

Jadi total dari persentase *error* yang dihasilkan sebesar 76,146 % dari 11 peramalan. Hasil perhitungan dengan menggunakan metode *double exponential smoothing* dua parameter dari Holt dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Perhitungan Lengkap Holt's DES

| Tahun | Periode | Jumlah | St | bt | Ft | [%error |
|-------|---------|--------|---------|--------|---------|---------|
| 2010 | 1 | 117 | 117,000 | -3,000 | | |
| 2011 | 2 | 122 | 121,200 | -0,840 | 114,000 | 7% |
| 2012 | 3 | 125 | 124,536 | 0,413 | 120,360 | 4% |
| 2013 | 4 | 114 | 115,095 | -2,543 | 124,949 | 10% |
| 2014 | 5 | 127 | 125,555 | 1,358 | 112,552 | 11% |
| 2015 | 6 | 139 | 137,791 | 4,621 | 126,913 | 9% |
| 2016 | 7 | 137 | 137,541 | 3,160 | 142,413 | 4% |
| 2017 | 8 | 138 | 138,270 | 2,431 | 140,701 | 2% |
| 2018 | 9 | 174 | 170,670 | 11,421 | 140,701 | 19% |
| 2019 | 10 | 185 | 184,709 | 12,207 | 182,091 | 2% |
| 2020 | 11 | 197 | 196,992 | 12,229 | 196,916 | 0% |
| 2021 | 12 | 191 | 192,822 | 7,310 | 209,221 | 10% |

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 3.4 maka dapat lakukan peramalan jumlah siswa di MI Ma'arif NU Wawasan dengan menggunakan Holt's DES. Ramalan jumlah siswa tahun 2022, 2023, 2024 maka periode ke depan yang diramalkan yaitu $m = 1$, $m = 2$, $m = 3$ dan nilai periode yang digunakan adalah periode pada tahun terakhir yaitu $t = 12$:

$$F_{t+m} = S_t + b_t \cdot m$$

- Untuk $m = 1$

$$F_{13} = S_{12} + b_{12} \cdot m$$

$$F_{13} = 192,822 + (7,31)(1)$$

$$F_{13} = 200,132 \approx 200$$

- Untuk $m = 2$

$$F_{14} = S_{12} + (b_{12} \cdot m)$$

$$F_{14} = 192,822 + (7,31)(2)$$

$$F_{14} = 207,442 \approx 207$$

- Untuk $m = 3$

$$F_{15} = S_{12} + (b_{12} \cdot m)$$

$$F_{15} = 192,822 + (7,31)(3)$$

$$F_{15} = 214,751 \approx 215$$

Dari perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa nilai prediksi jumlah siswa MI Ma'arif NU Wawasan pada tahun 2022, 2023, 2024 berturut-turut sebanyak 200, 207, dan 215. Untuk mengetahui tingkat akurasi hasil peramalan dengan menggunakan perhitungan MAPE sebagai berikut:

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

$$\mathbf{MAPE} = \frac{\sum \% \text{ error}}{n}$$

$$\mathbf{MAPE} = \frac{76,146\%}{11} = 6,922 \%$$

Dari hasil perhitungan kedua metode tersebut diperoleh hasil MAPE dengan metode Brown's DES sebesar 6,726 % sedangkan jika menggunakan metode Holt's sebesar 6,922 %. Berdasarkan hasil tersebut maka metode yang lebih baik adalah Brown's DES. Dengan menggunakan parameter $\alpha = 0,5$ pada Brown's DES menghasilkan peramalan untuk 3 periode selanjutnya secara berturut-turut sebesar 204, 213, dan 221 siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Bafadhol, "Lembaga Pendidikan Islam Di Indonesia," *J. Edukasi Islam. J. Pendidik. Islam*, vol. 06, no. 11, pp. 59–72, 2017.
- [2] S. F. Pane and E. V. Rahmadani, "BIG DATA: Forecasting Menggunakan Python." pp. 173–179, 2020.
- [3] A. Aden and A. Supriyanti, "Prediksi Jumlah Calon Peserta Didik Baru Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing Dari Brown:(Study Kasus: SD Islam Al-Musyarrafah Jakarta)," *J. Lebesgue J. Ilm. Pendidik. Mat. Mat. dan Stat.*, vol. 1, no. 1, pp. 56–62, 2020, doi: 10.46306/lb.v1i1.
- [4] A. Aden and A. L. Al Jauzi, "Prediksi Jumlah Siswa Baru Yang Mendaftar Menggunakan Eksponensial Ganda Satu-Parameter Dari Brown," *Statmat J. Stat. Dan Mat.*, vol. 1, no. 2, pp. 17–27, 2019, doi: 10.32493/sm.v1i2.2944.
- [5] Rahmawati, H. R. P. Negara, and Syaharuddin, "Prediksi Jumlah Siswa SMP Dengan Metode Holt: Studi Kasus Provinsi NTB, NTT, dan Bali," *Indones. J. Engeneering*, vol. 1, no. 2, pp. 105–119, 2021.
- [6] R. SIREGAR, "PERBANDINGAN HASIL RAMALAN PRODUKSI IKAN DENGAN METODE PEMULUSAN EKSPONENSIAL GANDA DARI BROWN DAN DUA PARAMETER DARI HOLT DI PELABUHAN PERIKANAN SAMUDERA BELAWAN," *Univ. SUMATERA UTARA, SKRIPSI*, 2018.
- [7] D. A. Pratama, A. L. Dzulfida, J. K. Huwaida, A. Prabowo, and Agustini Tripena Br. Sb, "Aplikasi Metode Double Exponential Smoothing Brown Dan Holt Untuk Meramalkan Total Pendapatan Bea Dan Cukai," *Angew. Chemie Int. Ed. 6(11)*, 951–952., pp. 5–24, 2016.
- [8] F. Andrian, S. Martha, and S. Rahmayuda, "Sistem Peramalan Jumlah Mahasiswa Baru Menggunakan Metode Triple Exponential Smoothing," *J. Komput. dan Apl.*, vol. 08, no. 01, pp. 112–121, 2020.
- [9] J. Bidanghan, I. Purnamasari, and M. N. Hayati, "Perbandingan peramalan metode double exponential smoothing satu parameter brown dan metode double exponential smoothing dua parameter holt," *Statistika*, vol. 4, no. 1, pp. 14–19, 2016.

- [10] Aden, *Forecasting The Eksponetial Smoothing Methods*, no. 1. Unpam Press, 2020.
- [11] Z. Inayah, “PERBANDINGAN METODE HOLT DAN BROWN PADA DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING (PERAMALAN JUMLAH KEJADIAN TB Paru),” *thesis, Univ. AIRLANGGA*, 2010.
- [12] A. Raharja, W. Angraeni, S. Si, M. Kom, R. A. Vinarti, and S. Kom, “Peramalan Penggunaan Waktu Telepon Di Pt . Telkomsel Divre3 Surabaya,” *J. Sist. Inf.*, pp. 1–9, 2013.
- [13] H. D. P. Habsari, I. Purnamasari, and D. Yuniarti, “Forecasting Uses Double Exponential Smoothing Method and Forecasting Verification Uses Tracking Signal Control Chart (Case Study: Ihk Data of East Kalimantan Province),” *BAREKENG J. Ilmu Mat. dan Terap.*, vol. 14, no. 1, pp. 013–022, 2020, doi: 10.30598/barekengvol14iss1pp013-022.
- [14] M. A. Maricar, “Analisa Perbandingan Nilai Akurasi Moving Average Dan Exponential Smoothing Untuk Sistem Peramalan Pendapatan Pada Perusahaan XYZ,” *J. Sist. dan Inform.*, vol. 13, no. 2, pp. 36–45, 2019.
- [15] Harliana and A. Syafrianto, “PREDIKSI JUMLAH PENDAFTARAN CALON MAHASISWA BARU DENGAN METODE REGRESI LINIER,” *J. Ilm. DASI*, vol. 18, no. 3, pp. 1–5, 2017.
- [16] N. Kristanti and M. Y. Darsyah, “Perbandingan Peramalan Metode Single Exponential Smoothing dan Double Exponential Smoothing pada Karakteristik Penduduk Bekerja di Indonesia Tahun 2017,” *Pros. Semin. Nas. Mhs. Unimus*, vol. 1, no. 1, pp. 368–374, 2018.
- [17] A. Krisma, M. Azhari, and P. P. Widagdo, “Perbandingan Metode Double Exponential Smoothing Dan Triple Exponential Smoothing Dalam Parameter Tingkat Error Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dan Means Absolute Deviation (MAD),” *Pros. Semin. Nas. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 2, pp. 81–87, 2019.
- [18] L. Aryani, Fatmasari, Afriyudi, and N. Hadinata, “Prediksi jumlah siswa baru dengan menggunakan metode exponential smoothing (studi kasus: SMK Ethika Palembang),” *Bina Darma Conf. Comput. ...*, pp. 237–244, 2020.

- [19] B. Landia, “PERAMALAN JUMLAH MAHASISWA BARU DENGAN EXPONENTIAL SMOOTHING DAN MOVING AVERAGE,” *J. Ilm. Intech Inf. Technol. J. UMUS*, vol. 2, no. 01, pp. 71–78, 2020.
- [20] A. D. Pramesti, M. Jajuli, and B. N. Sari, “Implementasi Metode Double Exponential Smoothing dalam Memprediksi Pertambahan Jumlah Penduduk di Wilayah Kabupaten Karawang,” *Ultim. J. Tek. Inform.*, vol. 12, no. 2, pp. 95–103, 2020, doi: 10.31937/ti.v12i2.1688.
- [21] S. K. M. P. Fitri Marisa, S. T. M. S. M. M. T. Anastasia Lidya Maukar, and S. S. M. M. S. I. Dr. Tubagus Mohammad Akhriza, *Data Mining Konsep Dan Penerapannya*. Deepublish, 2021.
- [22] A. Masnur, “Analisa Data Mining Menggunakan Market Basket Analysis untuk Mengetahui Pola Beli Konsumen,” *SATIN-Sains dan Teknol. Inf.*, vol. 1, no. 2, pp. 32–40, 2015.
- [23] S. F. Pane and E. V Rahmadani, *Big Data: Forecasting Menggunakan Python*. Bandung: Kreatif Industri Nusantara, 2020.
- [24] S. G. Makridakis, S. C. Wheelwright, and V. E. McGee, *Forecasting: Methods and Applications*, 2nd ed. Wiley, 1983.
- [25] E. Pujiati, D. Yuniarti, and R. Goejantoro, “Peramalan Dengan Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing Dari Brown (Studi Kasus: Indeks Harga Konsumen (IHK) Kota Samarinda),” *J. EKSPONENSIAL*, vol. 7, no. 1, pp. 33–40, 2016.
- [26] A. Lusiana and P. Yuliarty, “PENERAPAN METODE PERAMALAN (FORECASTING) PADA PERMINTAAN ATAP di PT X,” *Ind. Inov. J. Tek. Ind.*, vol. 10, no. 1, pp. 11–20, 2020, doi: 10.36040/industri.v10i1.2530.
- [27] S. R. Ningtiyas, “Aplikasi Metode Double Exponential Smoothing Holt Dan Arima Untuk Meramalkan Voluntary Counseling and Testing (Vct) Odha Di Provinsi Jawa Timur,” *Indones. J. Public Heal.*, vol. 13, no. 2, p. 158, 2019, doi: 10.20473/ijph.v13i2.2018.158-170.
- [28] C. V. Hudiyanti, F. A. Bachtiar, and B. D. Setiawan, “Perbandingan Double Moving Average dan Double Exponential Smoothing untuk Peramalan Jumlah Kedatangan Wisatawan Mancanegara di Bandara Ngurah Rai,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 3, pp. 2667–2672, 2019.

- [29] R. F. A. Aziza, “Analisa Usability Desain User Interface Pada Website Tokopedia Menggunakan Metode Heuristics Evaluation,” *J. Tekno Kompak*, vol. 13, no. 1, p. 7, 2019, doi: 10.33365/jtk.v13i1.265.
- [30] M. Elfida and M. K. M. Nasution, “Perancangan Antarmuka Sistem Informasi,” *Al-Khawarizmi J. Comput. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 11–17, 2005.