



Penerapan Metode Time Series Analysis pada Sistem Informasi Posyandu untuk Mengetahui Pola Berat Badan Anak menggunakan Whatsapp Gateway

Elsy Shafira Helmi*, Triase

Fakultas Sains dan Teknologi, Sistem informasi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan
Jl. Lapangan Golf, Desa Durian Jangak, Kec. Pancur Batu, Kabupaten Deli Serdang, Indonesia

Email: ^{1,*}elsyshafirahelmi@gmail.com, ²Triase@uinsu.ac.id

Email Penulis Korespondensi: elsyshafirahelmi@gmail.com

Submitted: 17/10/2024; Accepted: 31/10/2024; Published: 31/10/2024

Abstrak—Posyandu Melati Batang Gasan telah rutin mengumpulkan data berat badan anak setiap bulan, namun menghadapi kesulitan dalam mengelola dan menganalisis data tersebut secara efektif. Pencatatan data hanya dilakukan di buku tanpa analisis mendalam, menyebabkan keterlambatan dalam tindakan proaktif terhadap pertumbuhan anak yang tidak normal. Pencatatan manual ini memakan waktu, rentan terhadap kesalahan, dan menghambat analisis yang lebih mendalam. Selain itu, informasi mengenai jadwal kegiatan posyandu sering terlambat diterima oleh orang tua, mengakibatkan rendahnya partisipasi masyarakat. Tujuan penelitian ini adalah membangun Sistem Informasi Posyandu menggunakan metode Time Series Analysis serta integrasi fitur Whatsapp Gateway untuk mengelola data berat badan anak, melakukan analisis deret waktu, serta mengirimkan notifikasi Whatsapp. Berdasarkan permasalahan yang ada, penelitian ini mengimplementasikan Sistem Informasi Posyandu menggunakan metode Time Series Analysis dengan Double Exponential Smoothing untuk memantau dan meramalkan perkembangan berat badan anak, serta mengintegrasikan fitur Whatsapp Gateway untuk meningkatkan komunikasi dan partisipasi orang tua. Hasil penelitian menunjukkan akurasi yang baik dimana didapatkan hasil peramalan berat badan dan tinggi anak untuk bulan Agustus adalah 14,6 dan 104,6 dengan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar 2% dan notifikasi Whatsapp Gateway dapat dikirim melalui sistem. Secara keseluruhan metode ini efektif dalam memprediksi berat badan anak dengan akurasi yang baik dan meningkatkan kehadiran orang tua di posyandu.

Kata Kunci: Sistem Informasi Posyandu; Time Series Analisis; Double Exponential Smoothing; Whatsapp Gateway; Berat Badan Anak

Abstract—Posyandu Melati Batang Gasan has been routinely collecting children's weight data every month, but is facing difficulties in managing and analyzing the data effectively. Data recording is only done in books without in-depth analysis, causing delays in proactive actions towards abnormal child growth. This manual recording is time-consuming, prone to errors, and hinders more in-depth analysis. In addition, information regarding the schedule of posyandu activities is often received late by parents, resulting in low community participation. The purpose of this research is to build a Posyandu Information System using the Time Series Analysis method and integrate the Whatsapp Gateway feature to manage children's weight data, perform time series analysis, and send Whatsapp notifications. Based on the existing problems, this research implements the Posyandu Information System using the Time Series Analysis method with Double Exponential Smoothing to monitor and forecast children's weight development, and integrates the Whatsapp Gateway feature to enhance communication and parental participation. The research results show good accuracy, with the forecasted weight and height of children for August being 14.6 and 104.6, respectively, with a Mean Absolute Percentage Error (MAPE) of 2%, and WhatsApp Gateway notifications can be sent through the system. Overall, this method is effective in predicting children's weight with good accuracy and increasing parental attendance at the posyandu.

Keywords: Posyandu Information System; Time Series Analisis; Double Exponential Smoothing; Whatsapp Gateway; Child Weight

1. PENDAHULUAN

Teknologi informasi terus berkembang dan menghadirkan tantangan dan peluang yang menarik, dan dampak yang signifikan pada cara kita bekerja, berinteraksi, dan menjalani kehidupan sehari-hari. Teknologi yang canggih digunakan hampir di setiap aspek kehidupan [1]. Pentingnya teknologi informasi sebagai sarana penyampaian dan pengolahan data menjadi informasi merupakan bagian dari perkembangan pengetahuan, hal tersebut membuat semua sektor dan instansi menggunakan teknologi [2].

Transformasi digital dalam sektor kesehatan telah menjadi topik yang semakin populer dalam beberapa tahun terakhir [3]. Salah satunya sistem informasi monitoring posyandu berbasis GIS (Geographic Information System) yang memungkinkan pemetaan dan analisis data kesehatan secara real-time [4]. Oleh sebab itu dalam era digitalisasi saat ini, integrasi teknologi menjadi semakin penting untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pelayanan kesehatan di posyandu.

Posyandu adalah layanan kesehatan terpadu yang beroperasi dibawah wilayah kerja puskesmas untuk menyediakan akses kesehatan yang mudah dan merata bagi masyarakat ditingkat kelurahan atau RW yang dipimpin oleh bidan desa [5]. Posyandu Melati Batang Gasan merupakan unit pelayanan kesehatan yang dikelola oleh masyarakat dan berfungsi sebagai tempat untuk memberikan layanan kesehatan dasar secara terpadu, terutama bagi ibu hamil, bayi, dan balita. Posyandu Melati Batang Gasan ini berada di desa Kantarok, Nagari Malai V Suku, Kecamatan Batang Gasan, Kabupaten Padang Pariaman. Posyandu dilakukan di minggu pertama setiap bulannya yaitu pemeriksaan kehamilan, imunisasi, pemeriksaan kesehatan balita, distribusi vitamin dan lain-lain. Seringkali



dari 50 ibu dan anak yang diharapkan hadir, hanya 20-30 yang benar-benar datang sehingga layanan yang diberikan tidak maksimal.

Posyandu Melati Batang Gasan telah mengumpulkan data berat badan anak secara rutin setiap bulan. Meskipun data tersebut lengkap, posyandu mengalami kesulitan dalam mengelola dan menganalisis data secara efektif. Peneliti mengumpulkan data dari tahun 2023-2024 tercatat lebih kurang 50 bayi dan balita yang rutin datang ke posyandu, namun data tersebut tercatat dibuku saja dan tidak ada analisa mendalam untuk pertumbuhan anak. Mengakibatkan Posyandu Melati Batang Gasan sering terlambat dalam mengambil tindakan proaktif jika ada anak yang menunjukkan tanda-tanda pertumbuhan yang tidak normal.

Permasalahan lain yang juga signifikan adalah pencatatan data yang masih dilakukan secara manual. Metode ini tidak hanya memakan waktu dan rentan terhadap kesalahan, tetapi juga menghambat analisis data yang lebih mendalam untuk memantau dan meramalkan perkembangan berat badan anak secara efektif. Selain itu informasi mengenai jadwal kegiatan posyandu seringkali tidak sampai kepada orang tua dengan tepat waktu, sehingga mereka tidak dapat mengatur jadwal mereka untuk menghadiri posyandu. Banyak orang tua tidak bisa membawa anak mereka ke posyandu karena sudah memiliki janji atau kegiatan lain sebelum menerima pemberitahuan jadwal posyandu. Keterbatasan komunikasi dan penyebaran informasi yang efektif mengakibatkan rendahnya partisipasi masyarakat dalam program kesehatan yang diselenggarakan posyandu.

Sistem Informasi Posyandu (SIP) adalah susunan berbagai komponen kegiatan di Posyandu yang menghasilkan data dan informasi mengenai layanan tumbuh kembang anak dan kesehatan dasar ibu dan anak. Informasi tersebut mencakup cakupan dan pencapaian program, kontinuitas penimbangan, hasil penimbangan, serta partisipasi masyarakat[6]. Time Series Analysis merupakan metode analisis data yang berfokus pada pengamatan data yang dikumpulkan dalam interval waktu tertentu [7]. Dari masalah di atas, sangat baik jika diselesaikan dengan Time Series Analysis karena metode ini dapat menghasilkan prediksi yang akurat untuk data yang memiliki tren atau pola musiman yang jelas [8], [9].

Di posyandu ini pengukuran berat badan anak dilakukan sebulan sekali, sehingga metode Double Exponential Smoothing dipilih karena metode ini sangat efektif untuk memprediksi data yang menunjukkan pola tren tetapi tidak memiliki pola musiman yang berulang. Dengan pengukuran berat badan anak yang dilakukan setiap bulan, metode DES memungkinkan prediksi yang lebih akurat karena memperhitungkan tren pertumbuhan anak dalam jangka pendek. Sifat DES yang mampu menggabungkan dua komponen peramalan level dan tren memungkinkan analisis pola perubahan berat badan anak dari waktu ke waktu, yang sangat penting untuk mengantisipasi perkembangan yang tidak normal lebih dini. Dengan penerapan DES, Posyandu dapat menyusun tindakan proaktif berdasarkan hasil prediksi tersebut, seperti mengatur jadwal konsultasi tambahan untuk anak-anak dengan pola pertumbuhan yang kurang optimal.

Selain itu, keunggulan lain dari DES adalah proses kalkulasinya yang sederhana namun tetap efisien, sangat sesuai dengan kebutuhan Posyandu yang memiliki sumber daya terbatas. Selain metode di atas, sistem ini juga menerapkan Whatsapp Gateway yang mampu mengirim notifikasi kepada orang tua. Mereka akan menerima pesan pengingat tentang jadwal posyandu, pentingnya pemeriksaan rutin, serta informasi kesehatan lainnya [10]. Dengan adanya Sistem Informasi Posyandu yang terintegrasi, para kader akan lebih mudah dalam memantau perkembangan anak, mengelola jadwal kegiatan, dan melaporkan hasil kegiatan dengan lebih efisien [11].

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh [12] dengan judul “Perancangan Sistem Informasi Posyandu Berbasis Website pada Posyandu Edelweis Babelan Desa Bahagia Kabupaten Bekasi”. Penelitian ini hanya berfokus pada digitalisasi melalui website, yang mungkin tidak cukup untuk memberikan manfaat yang lebih luas. Penelitian sebelumnya dilakukan oleh [13] dengan judul “Sistem Peramalan Penjualan Sepeda Motor Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing”.

Penelitian sebelumnya oleh [14] dengan judul “Perancangan Sistem Informasi Posyandu Ibu Dan Anak Berbasis Web” yang mengembangkan sistem informasi Posyandu berbasis web yang menggunakan PHP, CodeIgniter, dan Bootstrap. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi administrasi Posyandu yang sebelumnya masih menggunakan metode konvensional.

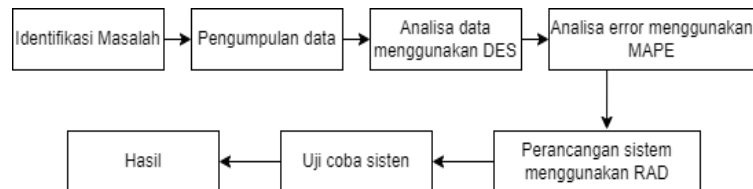
Penelitian sebelumnya oleh [15] dengan judul “Sistem Informasi Posyandu Dusun Pelemgede Desa Sodo Kecamatan Paliyan Kabupaten Gunungkidul”. Penelitian sebelumnya oleh [16] dengan judul “Penerapan Framework Laravel Pada Sistem Informasi Posyandu Berbasis Website” dengan memanfaatkan kerangka kerja Laravel, sistem ini mengatasi ketidakefisienan dalam manajemen data manual oleh kader Posyandu, memfasilitasi akses informasi yang lebih mudah dan meningkatkan kinerja organisasi di sektor kesehatan. Penelitian ini membahas penerapan metode Double Exponential Smoothing untuk peramalan penjualan sepeda motor. Berbeda dengan penelitian sebelumnya, penelitian ini mengintegrasikan metode analisis lanjutan yaitu

Time Series Analysis menggunakan model exponential smoothing untuk memprediksi dan mengetahui pola berat badan anak dan mendukung pengambilan keputusan berbasis data. Selain itu, integrasi fitur SMS Gateway untuk meningkatkan komunikasi dengan pengguna, yang merupakan langkah proaktif untuk memastikan kepatuhan dan partisipasi ibu-ibu dalam program posyandu. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola perubahan berat badan anak secara lebih akurat melalui analisis deret waktu, serta memanfaatkan fitur SMS Gateway guna meningkatkan komunikasi dan pemberian informasi kepada orang tua mengenai perkembangan kesehatan anak mereka secara real-time.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif yang mana menurut Sugiyono, metode penelitian kuantitatif adalah metode yang digunakan untuk meneliti suatu populasi atau sampel tertentu [17]. Data dikumpulkan menggunakan instrumen penelitian yang objektif, dan analisis data dilakukan secara kuantitatif, yang berarti data dihitung atau diukur dalam jumlah [18]. Penelitian ini diilustrasikan melalui diagram alir atau flowchart yang menunjukkan alur proses atau tahapan-tahapan penelitian dari awal hingga akhir. Dalam penelitian ini, digunakan metode pengembangan sistem Rapid Application Development (RAD). Tahapan-tahapan penelitian tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Berdasarkan gambar alur tahapan penelitian yang Anda berikan, berikut adalah penjelasan setiap tahapannya:

- Identifikasi Masalah:** Pada tahap awal ini, peneliti mengidentifikasi masalah yang ingin diselesaikan. Misalnya, masalah pengelolaan dan analisis data berat badan anak yang dihadapi Posyandu, yang memerlukan solusi berupa sistem informasi.
- Pengumpulan Data:** Setelah masalah diidentifikasi, langkah berikutnya adalah mengumpulkan data yang diperlukan. Dalam konteks penelitian ini, data yang dikumpulkan bisa berupa data berat badan anak yang dicatat setiap bulan di Posyandu.
- Analisa Data Menggunakan DES (Double Exponential Smoothing):** Pada tahap ini, data yang telah dikumpulkan dianalisis menggunakan metode Double Exponential Smoothing (DES) untuk memprediksi tren pertumbuhan berat badan anak. Metode ini efektif untuk data yang menunjukkan tren, sehingga membantu dalam membuat prediksi jangka pendek yang lebih akurat.
- Analisa Error Menggunakan MAPE (Mean Absolute Percentage Error):** Setelah melakukan analisis prediksi dengan DES, langkah berikutnya adalah menghitung tingkat kesalahan atau error dari hasil prediksi menggunakan MAPE. MAPE digunakan untuk mengukur seberapa akurat prediksi yang dihasilkan dibandingkan dengan data aktual.
- Perancangan Sistem Menggunakan RAD (Rapid Application Development):** Tahap ini merupakan proses perancangan sistem informasi Posyandu. Metode RAD dipilih karena memungkinkan pengembangan sistem yang lebih cepat dengan pendekatan iteratif dan kolaboratif, sehingga hasil sistem dapat segera diuji dan diperbaiki.
- Uji Coba Sistem:** Setelah sistem dirancang, sistem tersebut diuji untuk memastikan bahwa fungsionalitasnya berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Uji coba ini melibatkan pengujian fitur-fitur yang sudah diimplementasikan, seperti peramalan berat badan dan pengiriman notifikasi.
- Hasil:** Tahap akhir penelitian ini adalah penyajian hasil. Hasil yang dimaksud mencakup akurasi prediksi yang dihasilkan oleh metode DES, analisis kesalahan (error), dan efektivitas sistem yang dibangun dalam meningkatkan efisiensi dan komunikasi di Posyandu.

2.2 Metode Pengumpulan Data

- Wawancara**
Melakukan sesi tanya-jawab dan berinteraksi langsung dengan peserta, kader, dan bidan di Posyandu Melati Batang Gasan untuk memperoleh informasi mendalam mengenai pandangan, pengalaman, dan pemahaman mereka terkait topik penelitian. Interaksi langsung ini memungkinkan penulis untuk menggali lebih dalam berbagai perspektif, memahami pengalaman nyata yang dialami oleh para peserta, dan mendapatkan wawasan yang lebih komprehensif mengenai topik yang sedang diteliti.
- Observasi**
Dalam konteks ini, penulis secara langsung datang ke Posyandu Melati Batang Gasan untuk mengumpulkan data yang berkaitan dengan penelitian. Dengan terlibat langsung di lapangan, penulis dapat memperoleh informasi yang lebih mendalam dan akurat, yang tidak hanya membantu dalam memahami situasi secara nyata tetapi juga memberikan wawasan yang lebih kaya dan kontekstual terhadap objek yang diteliti.
- Studi Pustaka**
Melakukan literasi dengan berbagai referensi untuk mendapatkan informasi yang relevan dengan permasalahan yang diteliti seperti buku mengenai teori Time Series Analysis, posyandu, dan buku atau jurnal yang membahas tentang konsep Triple Exponential smoothing. Hal ini dapat dilakukan melalui peninjauan jurnal, skripsi, dan pengumpulan berbagai informasi terkait topik penelitian.

2.3 Metode Double Exponential Smoothing

Metode Double Exponential Smoothing adalah teknik pemulusan nilai tren yang menggunakan parameter berbeda dari deret asli. Ramalan yang dihasilkan lebih fleksibel karena menggunakan dua konstanta pemulusan ($0 < \alpha, \beta < 1$) dan melibatkan tiga persamaan [19]. Metode ini, yang dikembangkan oleh Holt, mampu memprediksi beberapa periode ke depan, sehingga dianggap lebih efektif dan efisien untuk perhitungan prediksi jangka menengah. Berikut adalah persamaan persamaan yang digunakan untuk melakukan peramalan dengan menggunakan metode Double Exponential Smoothing:

$$St = \alpha Xt + (1 - \alpha) (St - 1 + Tt - 1) \tag{1}$$

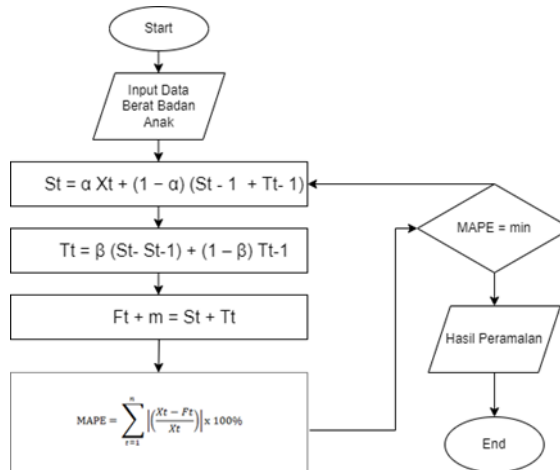
$$Tt = \beta (St - St - 1) + (1 - \beta) Tt - 1 \tag{2}$$

$$Ft + m = St + Tt \tag{3}$$

Dalam metode Double Exponential Smoothing, perhitungan dilakukan dengan beberapa parameter penting untuk menghasilkan prediksi yang lebih akurat. St adalah nilai dasar atau level dari data pada waktu t , mencerminkan titik rata-rata dari data pada periode tersebut. Tt merupakan komponen tren atau tingkat perubahan yang dihaluskan pada waktu t , yang menggambarkan arah pergerakan data dari waktu ke waktu. Xt adalah nilai aktual atau data riil pada periode t , sedangkan α dan β masing-masing adalah parameter penghalusan (smoothing) untuk level dan tren, di mana nilai keduanya berada antara 0 dan 1 ($0 < \alpha, \beta < 1$). Akhirnya, $Ft+1$ adalah nilai peramalan untuk periode berikutnya, yang dihitung berdasarkan kombinasi dari level dan tren pada periode sebelumnya. Penggunaan parameter penghalusan ini memungkinkan metode Double Exponential Smoothing untuk menangkap tren dalam data, sehingga menghasilkan prediksi yang lebih responsif terhadap perubahan dari waktu ke waktu.

2.4 Flowchart Double Exponential Smoothing

Adapun flowchart dari metode Double Exponential Smoothing adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Flowchart Double Exponential Smoothing

Adapun dalam langkah kerja metode double exponential smoothing adalah sebagai berikut:

- Menentukan nilai alpha (α) dan beta (β) dimulai dari 0.1 dan berakhir pada 0.9.
- Mengambil data training dari data berat badan anak (Xt).
- Menghitung nilai pemulusan level pada periode t .
- Menghitung nilai pemulusan trend pada periode t .
- Tahap terakhir, didapat hasil prediksi berdasarkan nilai dari pemulusan level dan trend ($Ft+m$) pada persamaan.
- Menghitung tingkat kesalahan perhitungan dengan MAPE pada persamaan.

2.5 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Mean Absolute Percent Error (MAPE) adalah nilai kesalahan absolut rata-rata yang diperoleh dengan menghitung perbedaan antara data asli dan data hasil prediksi. Perbedaan tersebut kemudian diubah menjadi nilai absolut dan dihitung dalam bentuk persentase terhadap data asli [20].

$$MAPE = \sum_{t=1}^n \left| \left(\frac{Xt - Ft}{Xt} \right) \right| x 100\% \tag{4}$$

Dalam analisis peramalan, beberapa elemen penting digunakan untuk menilai akurasi prediksi. Xt adalah data aktual atau nilai sebenarnya yang tercatat pada periode ke- t , sedangkan Ft merupakan nilai prediksi yang dihasilkan untuk periode yang sama, yaitu ke- t . Untuk melakukan penilaian akurasi prediksi selama N periode

waktu, error atau selisih antara nilai aktual dan prediksi dihitung dan dianalisis. Tingkat error ini kemudian disajikan dalam bentuk presentasi atau tabel, yang memungkinkan evaluasi kualitas prediksi dan penyesuaian metode jika diperlukan.

Tabel 1. Akurasi Prediksi Nilai MAPE

Nilai MAPE	Kategori
$MAPE \leq 10\%$	Sangat Baik
$10\% \leq MAPE \leq 20\%$	Baik
$20\% \leq MAPE \leq 50\%$	Layak
$MAPE \leq 50\%$	Kurang Baik

2.5 Metode Pengembangan Sistem

Rapid Application Development (RAD) adalah metode pengembangan sistem yang menggunakan pendekatan berulang. Model kerja sistem dibuat di awal proses pengembangan untuk memastikan kebutuhan pengguna terpenuhi [21]. Model RAD (Rapid Application Development) adalah perkembangan yang cepat dicapai melalui pendekatan konstruksi berbasis komponen [22]. Rapid Application Development (RAD) mempunyai 3 tahapan yaitu:



Gambar 3. Metode RAD

- a. Requirements Planning (Perencanaan Kebutuhan)
Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan, di mana kebutuhan tersebut berupa informasi yang dapat digunakan sebagai data penting dalam pengembangan sistem [23].
- b. Design Workshop (Desain Perencanaan)
Tahap ini juga dikenal sebagai tahap desain, di mana diagram aktivitas dibuat sesuai dengan use case yang telah didefinisikan pada tahap sebelumnya [24].
- c. Implementation (Implementasi)
Tahap ini adalah hasil implementasi dari workshop desain sebelumnya. Sistem yang telah dikembangkan akan diuji untuk memastikan fungsionalitasnya menggunakan metode black box testing, di mana pengujian memeriksa sistem sudah berjalan dengan baik [25].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan menggunakan data historis dari Agustus 2023 hingga Juli 2024, metode Double Exponential Smoothing telah diterapkan untuk meramalkan berat badan anak pada bulan-bulan berikutnya. Hasil peramalan ini menyediakan informasi penting tentang tren pertumbuhan yang mungkin terjadi pada anak-anak di Posyandu Melati Batang Gasan. Berdasarkan hasil prediksi, posyandu dapat memonitor pola pertumbuhan anak secara lebih tepat waktu dan membandingkan setiap peramalan dengan data aktual dari bulan sebelumnya. Jika ditemukan adanya perbedaan yang signifikan atau pola yang tidak sesuai, seperti penurunan berat badan atau pertumbuhan yang stagnan, hal ini bisa menjadi indikator awal untuk intervensi lebih lanjut, baik berupa konsultasi medis maupun edukasi kesehatan kepada orang tua. Penerapan DES juga memberikan gambaran yang lebih sistematis dalam mengelola informasi pertumbuhan anak, memungkinkan posyandu untuk membandingkan setiap hasil prediksi dengan data aktual dan mengantisipasi perubahan atau kendala kesehatan anak dengan lebih responsif dan terarah.

3.1 Hasil Pengumpulan Data

Tabel 2 di bawah ini menyajikan data berat badan anak yang tercatat di Posyandu Melati Batang Gasan dari Agustus 2023 hingga Juli 2024. Data ini memberikan gambaran sistematis bagi posyandu untuk mengelola informasi pertumbuhan anak secara lebih terstruktur, memantau perkembangan setiap anak, dan mengambil tindakan preventif yang diperlukan untuk menjaga kesehatan mereka. Rincian berat badan anak per bulan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Data Berat Badan Anak Pada Agustus2023 hingga Juli 2024

N o	Nama	Tgl Lahir	Jenis Kelamin	A gt	Se p	Ok t	No v	De s	Ja n	Fe b	Ma r	Ap r	M ei	Ju n	Jul
1	M. Danu	21/12/2 021	Lk	10	10, 5	11, 2	10, 5	11	12	11, 3	11	11, 4	11, 7	11, 6	11, 9
2	Nawra	23/01/2 019	Pr	14	14	14, 3	14, 6	14, 7	15	15	14, 3	14, 6	15	15, 6	15, 4
3	Nawfa l	10/06/2 020	Lk	13	13, 5	13, 5	13, 5	13, 7	13, 5	13, 5	14	14	14, 5	14, 7	14, 5
4	Arra	29/11/2 022	Pr	7	7	7,5	7,5	6,5	6,7	6,9	7,2	7,4	7,5	7,7	7,9
5	Arga	15/04/2 018	Lk	16	16, 5	16	15	15, 8	16	16, 4	17	17, 3	17	17	17, 3
...															
5 0	Hanan	28/01/2 020	Lk	5, 5	6	7,6	8,3	8	8,4	8	8,1	8,3	9	9,5	9,5

Tabel 3 menampilkan data tinggi badan anak yang tercatat di Posyandu Melati Batang Gasan dari Agustus 2023 hingga Juli 2024. Informasi yang diberikan meliputi nama anak, tanggal lahir, jenis kelamin, dan catatan tinggi badan bulanan, yang dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Data Tinggi Badan Anak Pada Agustus2023 hingga Juli 2024

N o	Nama	Tgl Lahir	Jenis Kelamin	A gt	Se p	Ok t	No v	De s	Ja n	Fe b	Ma r	Ap r	M ei	Ju n	Ju l
1	M. Danu	21/12/2 021	Laki-laki	77	78, 5	79	80	80	82, 5	82, 5	83	83	83	84	85
2	Nawra	23/01/2 019	Perempuan	10	10	14, 3	14, 6	14, 7	10	10	10	10	10	10	10
3	Nawfa l	10/06/2 020	Laki-laki	95	96	96	97	98	10	10	10	10	10	10	10
4	Arra	29/11/2 022	Perempuan	65	66	67	67	69	70	73	74	74	76	77	77
5	Arga	15/04/2 018	Laki-laki	10	10	105 ,6	10	10	10	10	10	10	10	10	10
...															
5 0	Hanan	28/01/2 020	Laki-laki	72	72, 6	73	73, 5	75	76	76, 4	77	78	79	79	79

3.2 Analisis Double Exponentian Smoothing

Peramalan dengan metode Double Exponential Smoothing (DES) menggunakan parameter α dan β , yaitu nilai eksponensial yang berkisar antara 0 dan 1. Dalam penelitian ini, nilai α dan β yang digunakan adalah 0.9 dan 0.4. Studi kasus dalam penelitian ini menggunakan data berat badan dan tinggi anak. Metode DES dipilih karena mampu menangkap pola tren dalam data, sehingga cocok untuk memprediksi nilai berat badan dan tinggi badan anak yang menunjukkan kecenderungan perubahan dari bulan ke bulan. Berikut adalah tabel 4 data berat badan anak yang dicatat dari bulan Agustus 2023 hingga Juli 2024.

Tabel 4. Data Berat Badan 1 Anak pada Bulan Agustus 2023 sampai Juli 2024

Bulan	Berat badan anak (Kg)	Tinggi badan anak (cm)
Agustus	13	95
September	13,5	96
Oktober	13,5	96
November	13,5	97
Desember	13,7	98
Januari	13,5	100
Februari	13,5	100
Maret	14	101
April	14	103
Mei	14,5	103
lkkJuni	14,7	104
Juli	14,5	104

Setelah mengurutkan data berat badan dan tinggi badan anak selama 1 tahun yaitu dari bulan Agustus 2023 sampai dengan Juli 2024, selanjutnya dilakukan perhitungan peramalan menggunakan metode Double Exponential Smoothing yang pengerjaannya menggunakan Microsoft Office Excel. Seperti yang sudah dijelaskan pada metode penelitian rumus Double Exponential Smoothing adalah dengan langkah sebagai berikut:

1. Menghitung nilai pemulusan level pada periode t

$$\begin{aligned}
 St &= \alpha Xt + (1 - \alpha) (St - 1 + Tt - 1) \\
 &= 0,9 \cdot 13,5 + (1 - 0,9) (13,5 + 0,5) \\
 &= 12,15 + 0,1 \cdot 14 \\
 &= 13,55
 \end{aligned}$$

2. Menghitung nilai pemulusan trend pada periode t

$$\begin{aligned}
 Tt &= \beta (St - St - 1) + (1 - \beta) Tt - 1 \\
 &= 0,4 (13,55 - 13,5) + (1 - 0,4) 0,5 \\
 &= 0,4 (0,05) + (0,6) 0,5 \\
 &= 0,32
 \end{aligned}$$

3. Menghitung nilai peramalan

$$\begin{aligned}
 Ft + m &= St + Tt \\
 &= 13,5 + 0,5 \\
 &= 14
 \end{aligned}$$

Berikut ini pada tabel 5 dan 6 merupakan hasil perhitungan peramalan berat badan dan tinggi badan anak menggunakan metode Double Exponential Smoothing.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Peramalan Berat Badan Anak menggunakan Metode DES

Bulan	Data Actual (Xt)	Level (St)	Trend (Tt)	Forecast
Agustus	13			
September	13,5	13,5	0,5	
Oktober	13,5	13,55	0,32	14
November	13,5	13,537	0,1868	13,9
Desember	13,7	13,70238	0,178232	13,7
Januari	13,5	13,5380612	0,04121168	13,9
Februari	13,5	13,50792729	0,012673443	13,6
Maret	14	13,95206007	0,18525718	13,5
April	14	14,01373173	0,135822969	14,1
Mei	14,5	14,46495547	0,261983279	14,1
Juni	14,7	14,70269387	0,25228533	14,7
Juli	14,5	14,54549792	0,088492816	15
Agustus				14,6

Pada tabel diatas, data aktual berat badan anak tercatat setiap bulan, dan peramalan dilakukan berdasarkan komponen level (St) dan trend (Tt). Hasil peramalan dengan metode Double Exponential Smoothing, data berat badan anak menunjukkan tren yang stabil dengan sedikit fluktuasi setiap bulannya. Prediksi cukup akurat, terutama pada bulan-bulan awal, dengan beberapa penyesuaian tren yang mencerminkan perubahan data aktual.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Peramalan Tinggi Badan Anak menggunakan Metode DES

Bulan	Data Actual (Xt)	Level (St)	Trend (Tt)	Forecast
Agustus	95			
September	96	96	1	
Oktober	96	96,1	0,64	97
November	97	96,974	0,7336	96,7
Desember	98	97,97076	0,838864	97,7
Januari	100	99,8809624	1,26739936	98,8
Februari	100	100,1148362	0,853989126	101,1
Maret	101	100,9968825	0,865212018	101,0
April	103	102,8862095	1,27485798	101,9
Mei	103	103,1161067	0,856873704	104,2
Juni	104	103,997298	0,866600743	104,0
Juli	104	104,0863899	0,555597179	104,9
Agustus				104,6

Berdasarkan hasil peramalan dengan metode Double Exponential Smoothing, data aktual mengalami kenaikan bertahap setiap bulan, dengan tren yang fluktuatif namun menunjukkan peningkatan. Prediksi pada beberapa bulan cukup akurat, meskipun terdapat sedikit perbedaan antara nilai prediksi dan data aktual. Secara keseluruhan, metode ini berhasil menangkap pola pertumbuhan yang stabil dengan tren yang konsisten.

3.3 Analisa Error Menggunakan MAPE

Setelah didapat hasil peramalan berat badan dan tinggi anak menggunakan metode Double Exponential Smoothing (DES), selanjutnya dilakukan analisa error menggunakan MAPE. Hasilnya seperti dibawah ini.

$$MAPE = \sum_{t=1}^n \left| \left(\frac{X_t - F_t}{X_t} \right) \right| \times 100\% \tag{4}$$

$$\sum_{t=1}^n \left| \left(\frac{13,5 - 14}{13,5} \right) \right| \times 100\% = 0,037 \times 100\% = 4\%$$

Tabel 7 berikut menyajikan analisis nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) yang dihitung untuk mengukur akurasi peramalan. Rincian lebih lanjut dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 7. Perhitungan Error Peramalan Berat Badan Anak menggunakan MAPE

Bulan	Data Actual (Xt)	Level (St)	Trend (Tt)	Forecast	Error	MAPE
Agustus	13					
September	13,5	13,5	0,5			
Oktober	13,5	13,55	0,32	14	-0,5	4%
November	13,5	13,537	0,1868	13,9	-0,4	3%
Desember	13,7	13,70238	0,178232	13,7	0,0	0%
Januari	13,5	13,5380612	0,04121168	13,9	-0,4	3%
Februari	13,5	13,50792729	0,012673443	13,6	-0,1	1%
Maret	14	13,95206007	0,18525718	13,5	0,5	3%
April	14	14,01373173	0,135822969	14,1	-0,1	1%
Mei	14,5	14,46495547	0,261983279	14,1	0,4	2%
Juni	14,7	14,70269387	0,25228533	14,7	0,0	0%
Juli	14,5	14,54549792	0,088492816	15	-0,5	3%
Agustus				14,6		
				Average		2%

Berdasarkan tabel perhitungan error dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE), peramalan menggunakan metode Double Exponential Smoothing menunjukkan tingkat kesalahan yang relatif rendah. Nilai MAPE bervariasi setiap bulan, dengan nilai tertinggi sebesar 4% pada bulan Oktober dan nilai terendah sebesar 0% pada bulan Desember dan Juni, yang menunjukkan prediksi yang sangat akurat pada bulan-bulan tersebut. Secara keseluruhan, rata-rata MAPE sebesar 2% mencerminkan akurasi prediksi yang cukup baik dalam peramalan berat badan anak.

Tabel 8. Perhitungan Error Peramalan Tinggi Badan Anak menggunakan MAPE

Bulan	Data Actual (Xt)	Level (St)	Trend (Tt)	Forecast	Error	MAPE
Agustus	95					
September	96	96	1			
Oktober	96	96,1	0,64	97	-1,0	1%
November	97	96,974	0,7336	96,7	0,3	0%
Desember	98	97,97076	0,838864	97,7	0,3	0%
Januari	100	99,8809624	1,26739936	98,8	1,2	1%
Februari	100	100,1148362	0,853989126	101,1	-1,1	1%
Maret	101	100,9968825	0,865212018	101,0	0,0	0%
April	103	102,8862095	1,27485798	101,9	1,1	1%
Mei	103	103,1161067	0,856873704	104,2	-1,2	1%
Juni	104	103,997298	0,866600743	104,0	0,0	0%
Juli	104	104,0863899	0,555597179	104,9	-0,9	1%
Agustus				104,6		
				Average		1%

Pada tabel 8 menunjukkan tingkat kesalahan yang rendah. Kesalahan terbesar terjadi pada bulan Oktober dan Juli, masing-masing dengan error sebesar -1,0 dan -0,9, dan MAPE sebesar 1%. Pada beberapa bulan juga terdapat error yang sangat kecil hingga mencapai 0%, menunjukkan bahwa peramalan sangat akurat pada bulan-bulan tersebut. Secara keseluruhan, nilai rata-rata MAPE sebesar 1% menandakan akurasi prediksi yang sangat baik.

3.4 Analisis Whatsapp Gateway

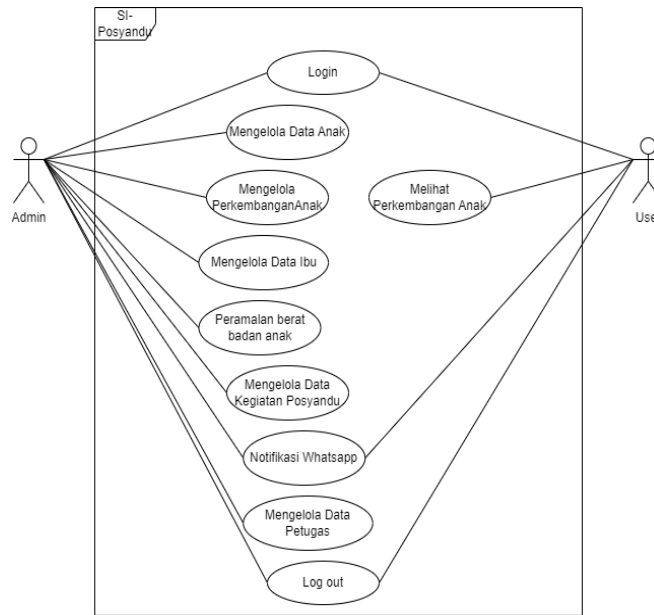
Sistem WhatsApp Gateway yang digunakan dalam penelitian ini disediakan oleh layanan Fonnte. Fonnte menyediakan API yang dapat diintegrasikan langsung dengan aplikasi sistem informasi posyandu yang dikembangkan. Dengan menggunakan API ini, sistem dapat mengirim pesan secara otomatis tanpa perlu pengelolaan server atau infrastruktur tambahan dari sisi pengembangan aplikasi. Semua proses pengiriman pesan,

penanganan kesalahan, dan manajemen pesan sepenuhnya diatur oleh layanan Fonnte, sehingga aplikasi yang dikembangkan hanya perlu fokus pada logika bisnis dan implementasi fitur lainnya.

3.5 Perancangan dan Implementasi Sistem

3.5.1 Perancangn Sistem

Dalam penelitian ini, desain informasi dan perancangan arsitektur sistem dilakukan menggunakan Unified Modeling Language (UML) yaitu use case diagram. Use case diagram ini digunakan untuk menggambarkan interaksi antara aktor (pengguna sistem) dengan fitur-fitur utama yang ada dalam sistem, sehingga mempermudah pemahaman alur kerja dan kebutuhan fungsional sistem secara keseluruhan.



Gambar 4. Use Case Diagram

Use Case diagram tersebut menggambarkan interaksi antara Petugas Posyandu dan Orang Tua dengan sistem informasi Posyandu. Petugas dapat melakukan login, mengelola data anak, ibu, perkembangan anak, peramalan berat badan anak, serta mengatur kegiatan Posyandu. Selain itu, petugas juga dapat mengirim notifikasi WhatsApp untuk mengingatkan orang tua tentang jadwal kegiatan. Orang tua dapat melihat perkembangan anak mereka melalui sistem. Semua pengguna memiliki opsi untuk logout setelah selesai menggunakan aplikasi.

3.5.2 Implementasi Sistem

Gambar 5 menampilkan Data Perkembangan Anak pada sistem Posyandu, mencakup informasi NIK, nama anak, dan jenis kelamin. Tabel mencantumkan data umur, tinggi badan, berat badan, serta tinggi dan berat ideal beserta tanggal pengukurannya. Terdapat tombol untuk menambah data, peramalan, dan menghapus data, yang memudahkan pemantauan pertumbuhan anak secara rutin.

NIK: 1234567891011120
 Nama Anak: Nawfal Zaky Alfariqi
 Jenis Kelamin: Laki-Laki

Data Perkembangan Anak Kembali Peramalan Tambah Data

Tampilkan 10 entri Cari:

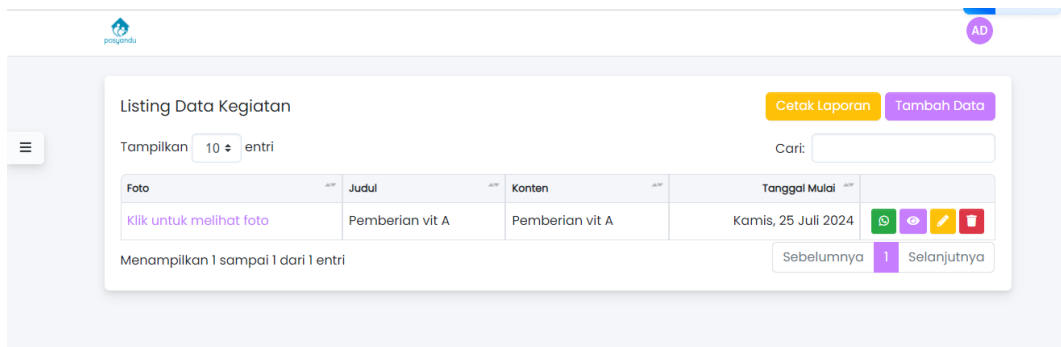
Umur (Bulan)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Tinggi Ideal (cm)	Berat Ideal (kg)	Tanggal	
37	95.0	13.0	89,2-100,5	11,4-16,4	02 Agustus 2023	<input type="checkbox"/>
38	96.0	13.5	89,8-101,2	11,5-16,6	06 September 2023	<input type="checkbox"/>
39	96.0	13.5	90,3-101,8	11,6-16,8	04 Oktober 2023	<input type="checkbox"/>
40	97.0	13.5	90,9-102,5	11,8-17	01 November 2023	<input type="checkbox"/>
41	98.0	13.7	91,4-103,2	11,9-17,2	06 Desember 2023	<input type="checkbox"/>
42	100.0	13.5	91,9-103,8	12-17,4	03 Januari 2024	<input type="checkbox"/>

Gambar 5. Tampilan Data Perkembangan Anak



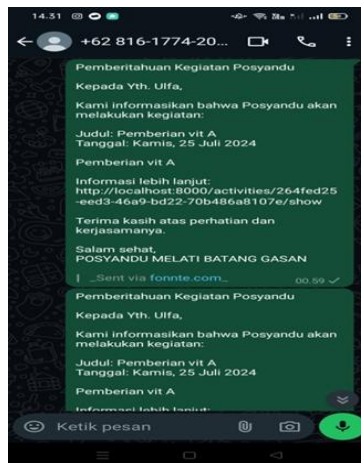
Gambar 6. Peramalan Berat Badan Anak

Grafik hasil peramalan berat badan anak pada gambar 6 menunjukkan bahwa prediksi yang dihasilkan (garis merah) cenderung mengikuti pola data aktual (garis biru) dengan tingkat keakuratan yang cukup baik. Meskipun terdapat beberapa deviasi, pola peramalan secara umum dapat memberikan gambaran yang relevan mengenai pertumbuhan berat badan anak dalam periode yang dianalisis. Hal ini menegaskan bahwa metode Double Exponential Smoothing dapat diandalkan dalam meramalkan berat badan anak, dengan penyesuaian trend yang cukup baik.



Gambar 7. Data Kegiatan Posyandu

Gambar di atas menunjukkan tampilan Listing Data Kegiatan pada sistem Posyandu. Tabel tersebut menampilkan informasi tentang kegiatan, seperti foto, judul (Pemberian Vit A), konten kegiatan, dan tanggal mulai (Kamis, 25 Juli 2024). Terdapat juga beberapa tombol aksi, seperti WhatsApp, edit, lihat detail, dan hapus untuk pengelolaan data kegiatan. Di bagian atas, ada opsi untuk cetak laporan dan tambah data baru, sehingga memudahkan pengelolaan serta pelaporan kegiatan posyandu.



Gambar 8. Tampilan Whatsapp Gateway

Berdasarkan gambar 8 hasil WhatsApp Gateway diatas, terlihat bahwa sistem informasi Posyandu berhasil mengirimkan notifikasi otomatis terkait kegiatan Posyandu kepada orang tua. Pesan tersebut menginformasikan



detail acara, termasuk judul kegiatan dan tanggal pelaksanaan. Notifikasi ini dikirimkan melalui layanan Fonnte.com sebagai gateway yang terintegrasi dengan sistem, memastikan bahwa pemberitahuan penting sampai kepada orang tua dengan cepat dan efisien.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian ini, telah berhasil dikembangkan sebuah sistem informasi Posyandu berbasis website yang telah melalui tahap uji coba. Seluruh fungsi dalam sistem ini beroperasi dengan baik, yang berkontribusi pada peningkatan efisiensi dan efektivitas dalam pengelolaan data berat badan anak. Salah satu fitur utama dari sistem ini adalah integrasi metode peramalan Double Exponential Smoothing, yang digunakan untuk memprediksi perkembangan berat dan tinggi badan anak. Hasil peramalan menunjukkan bahwa sistem ini mampu memberikan estimasi yang cukup akurat terkait tren pertumbuhan anak berdasarkan data historis yang dimasukkan. Dengan adanya fitur peramalan ini, baik orang tua maupun petugas kesehatan dapat lebih proaktif dalam memantau serta mengantisipasi kemungkinan masalah pertumbuhan anak secara dini. Selain itu, integrasi fitur notifikasi melalui WhatsApp meningkatkan komunikasi antara posyandu dan orang tua, memungkinkan mereka menerima informasi secara real-time tentang jadwal kegiatan dan hasil penimbangan. Dengan demikian, sistem informasi ini tidak hanya meningkatkan pengelolaan data, tetapi juga mendukung keterlibatan orang tua dalam kesehatan anak mereka, menciptakan lingkungan yang lebih responsif dan terinformasi untuk pertumbuhan yang optimal. Meskipun demikian, sistem ini masih memerlukan lebih banyak pengujian di lapangan untuk memastikan konsistensi dan akurasi peramalannya dalam kondisi nyata. Integrasi fitur notifikasi melalui WhatsApp juga dapat ditingkatkan dengan memastikan semua orang tua memiliki akses yang memadai dan memahami penggunaan teknologi tersebut. Dengan demikian, meskipun sistem ini menunjukkan potensi yang besar untuk meningkatkan pengelolaan kesehatan anak, pengembangan lebih lanjut dan evaluasi berkelanjutan sangat diperlukan untuk memastikan keberlanjutan dan efektivitasnya dalam jangka panjang.

REFERENCES

- [1] D. N. Zuraidah, M. F. Apriyadi, A. R. Fatoni, M. Al Fatih, and Y. Amrozi, "Menelisis Platform Digital Dalam Teknologi Bahasa Pemrograman," *Teknois J. Ilm. Teknol. Inf. dan Sains*, vol. 11, no. 2, pp. 1–6, 2021, doi: 10.36350/jbs.v11i2.107.
- [2] F. Yonofa Putra, A. F. Sandy, and A. Primawati, "Perancangan Sistem Informasi Posyandu Aster XI Desa Saga Berbasis Java," *STRING (Satuan Tulisan Ris. dan Inov. Teknol.)*, vol. 8, no. 2, p. 138, 2023, doi: 10.30998/string.v8i2.15170.
- [3] T. Sutabri, D. Enjelika, S. Mujiranda, and L. Virna, "Transformasi Digital di Puskesmas Menuju Pelayanan Kesehatan yang Lebih Efisien dan Berkualitas," *IJM Indones. J. Multidiscip.*, vol. 1, pp. 1705–1716, 2023, [Online]. Available: <https://journal.csspublishing/index.php/ijm>
- [4] R. Hartono, "Perancangan Aplikasi SIG Berbasis Web Untuk Memonitoring Kegiatan Posyandu Di Kelurahan Tamanbaru," vol. 13, no. 1, pp. 29–39, 2023, [Online]. Available: <http://sisfotenika.stmikpontianak.ac.id/index.php/ST>
- [5] N. Sintiawati, M. Suherman, and I. Saridah, "Partisipasi Masyarakat Dalam Mengikuti Kegiatan Posyandu," *Lifelong Educ. J.*, vol. 1, no. 1, pp. 91–95, 2021, doi: 10.59935/lej.v1i1.2.
- [6] Kemenkes, *Pedoman Umum Pengelolaan Posyandu*. 2011.
- [7] E. Nur Cahyo and E. Susanti*, "Analisis Time Series Untuk Deep Learning Dan Prediksi Data Spasial Seismik: Studi Literatur," *J. Teknol.*, vol. 15, no. 2, pp. 124–136, 2023, doi: 10.34151/jurtek.v15i2.3581.
- [8] R. J. Hyndman, A. B. Koehler, J. K. Ord, and R. D. Snyder, *Springer Series in Statistics Forecasting with Exponential Smoothing*. 2008.
- [9] F. Wahyu and B. Hendrik, "Perbandingan Algoritma Time Series Dan Fuzzy Inference System Dalam Analisis Data Deret Waktu," *J. Penelit. Teknol. Inf. Dan Sains*, vol. 1, no. 3, pp. 16–24, 2023, [Online]. Available: <https://doi.org/10.54066/jptis.v1i3.711>
- [10] F. I. Hakim and T. Arifin, "Sistem Informasi Posyandu Berbasis Website Menggunakan Metode Extreme Programming dan SMS Gateway," *eProsiding Sist. Inf.*, vol. 1, no. 1, pp. 311–319, 2020, [Online]. Available: <https://eprosiding.ars.ac.id/index.php/psi/article/download/259/135>
- [11] Warjiyono, A. W. Ismail, M. D. N. Setyawan, A. N. Firdaus, M. Al Ari, and Fandhilah, "Pengembangan Sistem Informasi Posyandu (SIPANDU) Desa Slarang Lor Menggunakan Model Waterfall," *Indones. J. Softw. Eng.*, vol. 9, no. 2, pp. 171–180, 2023, [Online]. Available: <http://ejournal.bsi.ac.id/ejournal/index.php/ijse>
- [12] D. Sevtiandra Bimantoro et al., "Perancangan Sistem Informasi Posyandu Berbasis Website pada Posyandu Edelweis Babelan Desa Bahagia Kabupaten Bekasi," *AJAD J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 4, no. 1, pp. 84–88, 2024, doi: 10.59431/ajad.v4i1.283.
- [13] R. Nur Hidayanti, S. Achmadi, and M. Orisa, "Sistem Peramalan Penjualan Sepeda Motor Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 8, no. 2, pp. 1245–1253, 2024, doi: 10.36040/jati.v8i2.9087.
- [14] B. Fachri, H. Hendry, and M. Zen, "Perancangan Sistem Informasi Posyandu Ibu Dan Anak Berbasis Web," *J. Teknol. Dan Sist. Inf. Bisnis*, vol. 5, no. 1, pp. 49–54, 2023, doi: 10.47233/jteksis.v5i1.737.
- [15] A. D. Putra, T. Pratiwi, and F. Asharudin, "Sistem Informasi Posyandu Dusun Pelemgede Desa Sodo Kecamatan Paliyan Kabupaten Gunungkidul," *Inf. Syst. J.*, vol. 5, no. 1, pp. 7–12, 2022, doi: 10.24076/infosjournal.2022v5i1.367.
- [16] M. Saefudin, D. A. Megawaty, D. Alita, R. Arundaa, and E. Tenda, "Penerapan Framework Laravel Pada Sistem Informasi Posyandu Berbasis Website," *J. Inform. dan Rekayasa Perangkat Lunak*, vol. 4, no. 2, pp. 213–220, 2023, doi: 10.33365/jatika.v4i2.2600.
- [17] U. Nugroho, *Metodologi penelitian kuantitatif pendidikan jasmani*. CV. Sarnu Untung, 2018.



- [18] S. A. P. R. Permata sari, “Analisis Dan Visualisasi Data Penjualan Menggunakan Exploratory Data Analysis dan K-Means Clustering,” vol. 5, pp. 423–433, 2023, doi: 10.30865/json.v5i2.7180.
- [19] Aden, Forecasting The Eksponetial Smoothing Methods, no. 1. 2020.
- [20] M. Hilmy and H. Munawar, “Implementasi Metode Double Exponential Smoothing untuk Memprediksi Kebutuhan Produksi pada CV . Pusaka Indah,” vol. 5, no. Kimu 5, 2021.
- [21] M. Alda, S. Ananda Galasca, N. Asyiqin, and D. Tanjung, “KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer Sistem Tanda Tangan Digital Internal Divisi TI Menggunakan Metode Rapid Application Development (RAD),” Media Online, vol. 4, no. 3, pp. 1922–1929, 2023, doi: 10.30865/klik.v4i3.1461.
- [22] T. Pricillia and Zulfachmi, “Perbandingan Metode Pengembangan Perangkat Lunak (Waterfall, Prototype, RAD),” J. Bangkit Indones., vol. 10, no. 1, pp. 6–12, 2021, doi: 10.52771/bangkitindonesia.v10i1.153.
- [23] T. Kurniawan, S. Samsudin, and T. Triase, “Implementasi Layanan Firebase pada Pengembangan Aplikasi Sewa Sarana Olahraga Berbasis Android,” J. Inform. Univ. Pamulang, vol. 6, no. 1, p. 13, 2021, doi: 10.32493/informatika.v6i1.10270.
- [24] Ardiansyah, F. Azis Akili, M. Panji Setiadi, and R. Djutalov, “Perancangan Sistem Inventory Data Barang Berbasis Web Menggunakan Metode Rad,” vol. 1, no. 2, pp. 395–399, 2023.
- [25] Muhamad Alda, Aji Wardana, Muhammad Hafi Isfahan Isnan, and Muhammad Naufal Fathin Hibrizi, “Perancangan Aplikasi SPPD Berbasis Mobile Menggunakan Metode Rapid Application Development (RAD),” J. Inf. Syst. Res., vol. 5, no. 2, pp. 394–404, 2024, doi: 10.47065/josh.v5i2.4659.