

Sistem Prediksi Waktu Penyelesaian Kegiatan Perbaikan Meteran Pada Distribusi PLN Galesong Menggunakan Metode Triple Exponential Smoothing

Fadjar Almuqtadir¹, Hairil Ikhsan¹, Andi Irmayana², Asran²

¹Sistem Informasi, Universitas Dipa Makassar, Makassar, Indonesia.

²Universitas Dipa Makassar, Makassar, Indonesia.

¹fadjaralmuqtadir221@gmail.com, ²hairilikhsan017@gmail.com, ³irmayana.andi@undipa.ac.id, ⁴asran@dipanegara.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan metode Triple Exponential Smoothing (TES) pada sistem berbasis website guna memprediksi waktu penyelesaian kegiatan lapangan pada Distribusi PLN Galesong. Sistem dibangun menggunakan framework Laravel untuk mengelola data laporan kegiatan lapangan yang kemudian diproses dengan model Triple Exponential Smoothing guna menghasilkan estimasi durasi pekerjaan berdasarkan data historis. Data penelitian berupa 106 record kegiatan Perbaikan Meteran tahun 2025 yang dibagi menjadi 80% data training dan 20% data testing untuk mengukur akurasi menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Parameter yang digunakan adalah $\alpha = 0,3$, $\beta = 0,4$, dan $\gamma = 0,1$ untuk membentuk komponen level, trend, dan seasonal sehingga mampu mengidentifikasi pola durasi pekerjaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu menghasilkan prediksi waktu penyelesaian kegiatan dengan tingkat akurasi yang baik dengan nilai MAPE sebesar 7,31% yang termasuk kategori sangat baik. Kontribusi penelitian ini adalah pengembangan sistem prediksi operasional berbasis web yang dapat membantu pengawas lapangan dalam memperkirakan durasi penyelesaian pekerjaan secara lebih terukur berdasarkan data historis. Sistem ini juga memberikan kemudahan monitoring kegiatan lapangan serta mendukung pengambilan keputusan operasional secara lebih efisien dibandingkan proses estimasi manual yang sebelumnya digunakan.

Kata kunci: Laravel, Website, Triple Exponential Smoothing, Prediksi.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi telah mendorong transformasi digital dalam berbagai sektor pelayanan publik, termasuk pada sistem operasional distribusi tenaga listrik. Digitalisasi proses kerja kini menjadi kebutuhan penting untuk meningkatkan efisiensi, akurasi, dan kecepatan penyampaian informasi [3], [4], [5]. Dalam konteks operasional lapangan, sistem berbasis web mampu membantu instansi dalam mencatat, menyimpan, dan mengelola data kegiatan secara terstruktur dan terintegrasi [6], [10]. Namun, di tengah kebutuhan tersebut, instansi masih menghadapi tantangan dalam pengelolaan data kegiatan lapangan yang belum terdokumentasi secara sistematis serta belum dimanfaatkan untuk analisis prediktif. Kondisi ini berdampak pada efektivitas monitoring kinerja dan perencanaan operasional yang masih bergantung pada pencatatan manual, dan estimasi berdasarkan pengalaman.

Dalam pelaksanaan kegiatan distribusi listrik, PLN Galesong secara rutin melaksanakan pekerjaan lapangan seperti perbaikan meteran, perbaikan sambungan rumah, dan

pemeriksaan gardu [1], [7]. Kegiatan ini dilaksanakan oleh enam orang petugas yang dibagi ke dalam tiga kelompok kerja berpasangan guna menjaga keselamatan kerja dan mempercepat penanganan gangguan. Proses pelaporan kegiatan saat ini masih dilakukan melalui media komunikasi dan pencatatan pada buku laporan harian [8]. Meskipun mekanisme tersebut telah berjalan sesuai kebutuhan dasar operasional, dalam praktiknya masih ditemukan kendala seperti kesulitan dalam penelusuran data historis, rekapitulasi laporan yang memerlukan waktu, serta belum tersedianya sistem yang mampu memberikan estimasi waktu penyelesaian pekerjaan secara terukur [9]. Ketidakpastian ini dapat memengaruhi perencanaan jadwal kerja dan pengalokasian sumber daya di lapangan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan pembangunan sistem informasi kegiatan lapangan berbasis web yang dilengkapi dengan fitur prediksi waktu penyelesaian pekerjaan. Sistem ini dirancang untuk mengolah data historis kegiatan lapangan guna mengidentifikasi pola tren dan musiman dalam durasi penyelesaian pekerjaan. Metode Triple Exponential Smoothing dipilih karena kemampuannya dalam memproses data deret

waktu yang memiliki komponen level, tren, dan musiman secara simultan [13], [12], [15]. Metode ini dinilai mampu menghasilkan prediksi jangka pendek yang akurat serta adaptif terhadap perubahan pola data operasional. Dengan penerapan metode ini, sistem dapat memberikan estimasi waktu penyelesaian pekerjaan berdasarkan perhitungan matematis yang terukur, sehingga mendukung pengambilan keputusan operasional secara lebih efektif.

Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah terciptanya sistem informasi kegiatan lapangan berbasis web yang tidak hanya berfungsi sebagai media pencatatan dan pengelolaan data secara digital, tetapi juga menyediakan fitur prediksi waktu penyelesaian pekerjaan yang akurat. Dengan adanya sistem prediktif tersebut, pengawas lapangan diharapkan mampu merencanakan jadwal kerja secara lebih efisien, memonitor kontribusi setiap kelompok kerja dengan lebih mudah, serta meningkatkan kualitas pelayanan kepada masyarakat melalui estimasi waktu penanganan gangguan yang lebih tepat dan terukur.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan suatu sistem yang tidak hanya berfungsi sebagai media pencatatan kegiatan lapangan, tetapi juga mampu membantu proses pengambilan keputusan operasional [6], [16]. melalui analisis data historis. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan sistem prediksi operasional berbasis web yang mampu mengolah data laporan kegiatan lapangan untuk menghasilkan estimasi waktu penyelesaian pekerjaan. Sistem ini memanfaatkan metode Triple Exponential Smoothing untuk mengidentifikasi pola tren dan musiman dari durasi pekerjaan sehingga dapat memberikan prediksi waktu penyelesaian kegiatan secara lebih terukur dan berbasis data. Dengan adanya sistem ini, proses monitoring pekerjaan lapangan dapat dilakukan secara lebih efektif dibandingkan dengan proses pencatatan sebelumnya yang digunakan di PLN Galesong.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di PLN Galesong yang berlokasi di Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan. Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2025 sampai dengan Januari 2026. Jenis penelitian yang digunakan adalah kuantitatif dengan pendekatan penelitian lapangan. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data kegiatan operasional lapangan yang dikumpulkan melalui observasi langsung serta wawancara dengan karyawan dan pengawas lapangan. Selain itu, penelitian ini juga memanfaatkan data historis kegiatan lapangan minimal 12 bulan terakhir yang diperoleh dari sistem internal dan laporan kerja harian sebagai dasar analisis dan peramalan.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Triple Exponential Smoothing (TES). Metode Triple Exponential Smoothing dipilih karena mampu mengakomodasi pola data yang memiliki unsur tren dan musiman [13], [12], [15], sehingga sesuai untuk memprediksi waktu penyelesaian kegiatan lapangan yang bersifat fluktuatif. Metode ini bekerja dengan melakukan proses pemulusan data melalui tiga komponen utama, yaitu level, trend, dan seasonal, untuk

menghasilkan nilai prediksi yang lebih stabil dan akurat. Pendekatan ini efektif dalam menghasilkan estimasi waktu penyelesaian pekerjaan berdasarkan data historis yang tersedia.

Sebelum sistem prediksi dirancang, proses pelaporan kegiatan lapangan di PLN Galesong masih dilakukan secara manual melalui pencatatan pada laporan harian serta penyampaian informasi kepada atasan melalui media whatsapp. Proses tersebut menyebabkan kesulitan dalam penelusuran data historis kegiatan serta memerlukan waktu yang lebih lama dalam proses rekapitulasi laporan pekerjaan. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan sistem prediksi berbasis website yang memanfaatkan data historis kegiatan lapangan untuk menghasilkan estimasi waktu penyelesaian pekerjaan secara lebih terukur dan mendukung proses pengambilan keputusan operasional [6].

A. Pembagian Data Training dan Data Testing

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 97 record data hasil preprocessing dari total 106 data awal. Data tersebut kemudian dibagi menjadi dua bagian yaitu data training dan data testing. Pembagian dataset dilakukan menggunakan metode hold-out validation dengan proporsi 80% data training dan 20% data testing. Data training digunakan untuk membentuk model peramalan menggunakan metode Triple Exponential Smoothing. Pada penelitian ini sebanyak 78 data pertama digunakan sebagai data training untuk menghitung komponen level, trend, dan seasonal dalam model Holt-Winters. Sedangkan 19 data terakhir digunakan sebagai data testing untuk mengevaluasi performa model yang telah terbentuk. Data testing tidak digunakan dalam proses pembentukan model, melainkan hanya digunakan untuk membandingkan hasil prediksi dengan nilai aktual menggunakan metode evaluasi Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

B. Triple Exponential Smoothing (TES)

Triple Exponential Smoothing (TES) merupakan metode peramalan deret waktu yang digunakan untuk data yang memiliki komponen level, tren, dan musiman. Metode ini efektif diterapkan pada data yang menunjukkan fluktuasi musiman yang relatif stabil karena mampu memodelkan ketiga komponen tersebut secara simultan [13], [15]. Dalam penelitian ini, TES digunakan untuk memprediksi waktu penyelesaian kegiatan lapangan berdasarkan data historis yang tersedia. Adapun rumus perhitungan Triple Exponential Smoothing adalah sebagai berikut:

1. Rumus Peramalan

$$Y_{t+k} = L_t + kT_t + S_{t+k-s} \quad (1)$$

2. Pemulusan Level

$$L_t = \alpha(Y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}), 0 < \alpha < 1 \quad (2)$$

3. Pemulusan Tren

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}, 0 < \beta < 1 \quad (3)$$

4. Pemulusan Musiman

$$S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-s}, 0 < \gamma < 1 \quad (4)$$

Keterangan:

- Y_t = Nilai aktual pada periode ke-t
- L_t = Komponen level pada periode ke-t
- T_t = Komponen tren pada periode ke-t
- S_t = Komponen musiman pada periode ke-t
- s = Panjang musim (seasonal period)
- α, β, γ = Parameter pemulusan ($0 < \text{nilai} < 1$)

C. Akurasi Prediksi (Mean Absolute Percentage Error / MAPE)

Untuk mengukur tingkat akurasi hasil peramalan menggunakan metode TES, digunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). MAPE merupakan metode evaluasi yang menghitung rata-rata persentase kesalahan absolut antara nilai aktual dan nilai prediksi [2]. Semakin kecil nilai MAPE, maka semakin baik tingkat akurasi model peramalan yang digunakan.

Rumus MAPE adalah sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - Y'_t}{Y_t} \right| \times 100}{n} \tag{5}$$

Keterangan:

- Y_t = Nilai aktual pada periode ke-t
- Y'_t = Nilai prediksi pada periode ke-t
- n = Jumlah data

Interpretasi nilai MAPE dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Tabel 1. Range MAPE

Range MAPE	Keterangan
< 10%	Model Peramalan sangat baik
10-20%	Model Peramalan baik
20-50%	Model Peramalan cukup
>50%	Model Peramalan buruk

1) Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui tiga metode, yaitu observasi, wawancara, dan dokumentasi. Observasi dilakukan secara langsung di PLN Galesong untuk memahami proses operasional kegiatan lapangan, seperti alur pelaksanaan pekerjaan, pencatatan laporan harian, serta durasi penyelesaian setiap tugas.

Wawancara dilakukan dengan karyawan dan pengawas lapangan untuk memperoleh informasi mendalam mengenai kendala operasional, variasi waktu penyelesaian pekerjaan, serta kebutuhan sistem dalam memprediksi durasi kegiatan secara lebih akurat. Sementara itu, dokumentasi dilakukan dengan mengumpulkan data historis kegiatan lapangan minimal 12 bulan terakhir yang digunakan sebagai dataset utama dalam proses pelatihan dan pengujian metode Triple Exponential Smoothing (TES).

Data yang dikumpulkan mencakup tanggal kegiatan, jenis pekerjaan, waktu mulai, waktu selesai, dan durasi penyelesaian pekerjaan. Data ini berperan penting dalam mengidentifikasi pola tren dan musiman sehingga dapat digunakan untuk menghasilkan prediksi waktu penyelesaian kegiatan yang lebih akurat dan terukur.

2) Metode Pengujian

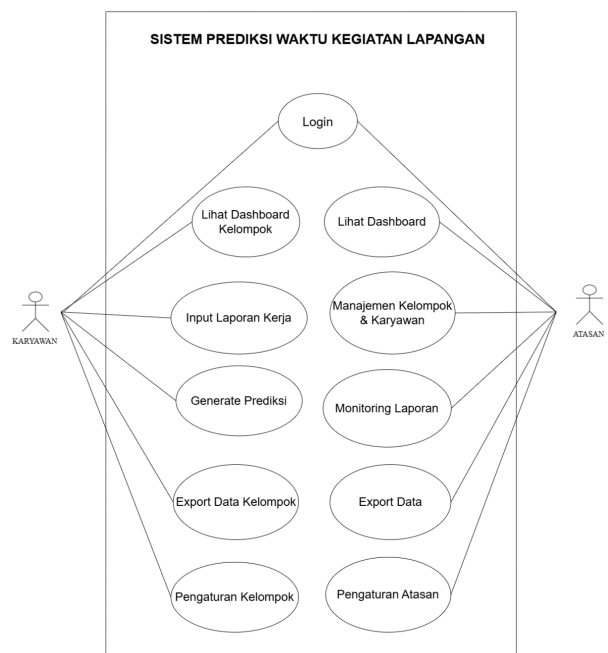
Metode pengujian dalam penelitian ini mencakup Black-Box Testing dan Uji Kinerja Model. Black-Box Testing digunakan untuk menguji fungsionalitas sistem prediksi berbasis web tanpa melihat struktur internal program, dengan fokus pada fitur utama seperti input data kegiatan, proses perhitungan prediksi menggunakan metode Triple Exponential Smoothing (TES), serta tampilan hasil prediksi guna memastikan kesesuaian dengan spesifikasi kebutuhan sistem.

Sementara itu, Uji Kinerja Model dilakukan untuk mengevaluasi tingkat akurasi metode TES dalam memprediksi waktu penyelesaian kegiatan lapangan menggunakan metrik Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kesalahan peramalan dengan membandingkan nilai prediksi dan nilai aktual, sehingga sistem yang dibangun dapat dioptimalkan sebelum diterapkan dalam mendukung perencanaan dan pengambilan keputusan operasional yang lebih efektif.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Rancangan Use Case Diagram

Rancangan Use Case Diagram menggambarkan interaksi antara pengguna dan sistem dalam sistem prediksi waktu penyelesaian kegiatan lapangan berbasis web yang dikembangkan [14]. Diagram ini digunakan untuk mendefinisikan fungsi utama yang dapat dilakukan oleh masing-masing aktor dalam sistem sesuai dengan peran dan hak akses yang dimiliki. Berikut adalah rancangan Use Case Diagram untuk penelitian ini yang ditunjukkan pada Gambar 1.

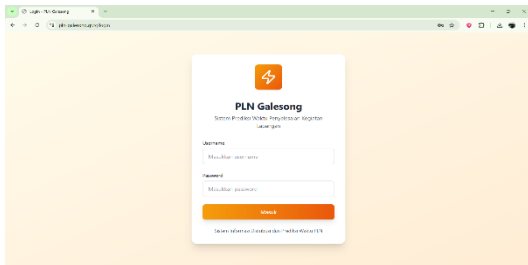


Gambar 1. Usecase Diagram Sistem Prediksi Waktu Kegiatan Lapangan

B. Tampilan Sistem

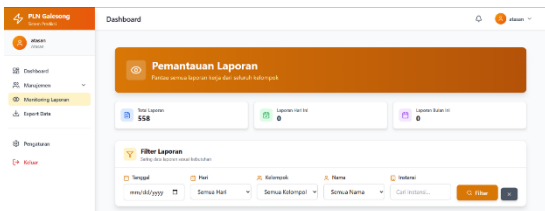
1) Tampilan Menu Login Atasan dan Karyawan

Pada halaman ini terdapat kolom Username dan Password yang harus diisi sesuai dengan akun masing-masing pengguna. Setelah pengguna memasukkan kredensial yang benar dan menekan tombol "Login", sistem akan memverifikasi data berdasarkan peran pengguna dan mengarahkan Atasan maupun Karyawan ke Dashboard masing-masing sesuai dengan hak akses yang dimiliki.



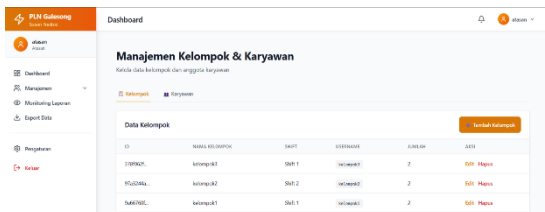
Gambar 2. Tampilan Halaman Login

Atasan akan diarahkan ke halaman utama dashboard. Pada halaman ini ditampilkan ringkasan data kelompok, data karyawan, laporan masuk hari ini, serta total laporan yang telah dikumpulkan oleh karyawan.



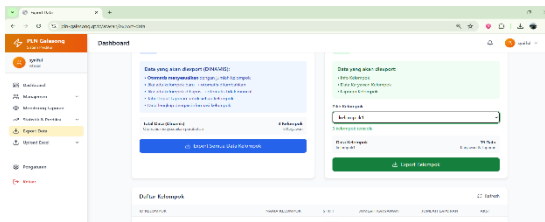
Gambar 3. Tampilan Halaman Utama Atasan

Menu ini digunakan atasan untuk mengatur data kelompok dan anggota. Tersedia fitur tambah, edit, dan hapus sehingga data tetap rapi, lengkap, dan mudah diperbarui kapan saja.



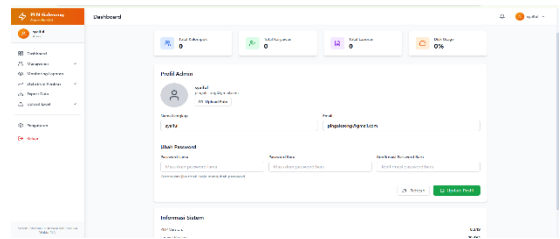
Gambar 4. Tampilan Halaman Manajemen Kelompok dan Karyawan

Halaman Export Data menyediakan fasilitas untuk mengunduh data laporan, baik seluruh kelompok maupun kelompok tertentu.



Gambar 5. Tampilan Halaman Export Data

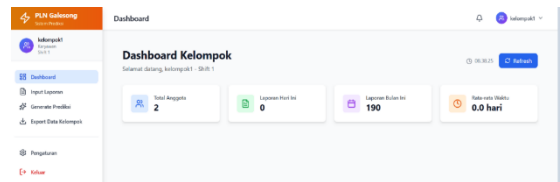
Halaman Pengaturan digunakan untuk mengelola profil akun atasan, seperti memperbarui data diri dan mengganti password demi menjaga keamanan akses sistem.



Gambar 6. Tampilan Halaman Pengaturan Atasan

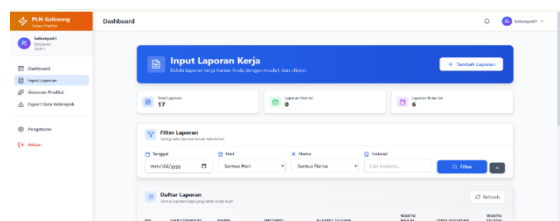
2) Halaman Utama Karyawan

Halaman dashboard utama karyawan berisi ringkasan total anggota, laporan hari ini dan bulanan. Sidebar membantu akses cepat ke input laporan, generate prediksi, serta export data kelompok.



Gambar 7. Tampilan Halaman Utama Karyawan

Halaman Input Laporan digunakan untuk mencatat dan mengelola data kegiatan lapangan. Ditampilkan statistik laporan serta tabel detail laporan lengkap dengan fitur filter untuk mempermudah pencarian data.



Gambar 8. Tampilan Halaman Input Laporan

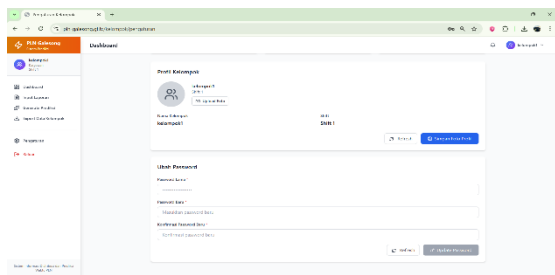
3) Generate prediksi

Halaman ini menampilkan estimasi waktu penyelesaian kegiatan berdasarkan data historis kelompok. Informasi disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk memudahkan pemahaman hasil prediksi.



Gambar 9. Tampilan Halaman Generate Prediksi

Halaman Pengaturan berfungsi untuk mengelola informasi kelompok dan mengganti password akun guna menjaga keamanan sistem.



Gambar 10. Tampilan Halaman Generate Prediksi

C) Hasil Pengujian Black Box

Berdasarkan pengujian sistem menggunakan metode Black Box Testing, diperoleh hasil bahwa seluruh fungsionalitas sistem telah berjalan sesuai dengan skenario yang ditentukan. Setiap proses diuji berdasarkan input dan output yang dihasilkan sistem. Adapun hasil pengujian ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sistem (Atasan)

Test Case	Input	Keterangan	Status
Akses Halaman Login	Memasukkan URL https://pln-galesong.gt.tc/login	Halaman login berhasil ditampilkan	✓
Login Atasan	Memasukkan username dan password	Berhasil masuk ke dashboard atasan	✓
Pop Up Login	Klik tombol login	Muncul notifikasi login berhasil	✓
Logout	Klik menu logout	Sistem kembali ke halaman login	✓
Tambah Kelompok	Klik tambah kelompok dan isi data	Form tampil dan data kelompok berhasil ditambahkan	✓
Tambah Karyawan	Mengisi nama karyawan	Data karyawan berhasil ditambahkan	✓
Ubah Kelompok	Mengedit data kelompok	Muncul notifikasi berhasil dan data berubah	✓
Hapus Kelompok	Memilih dan konfirmasi hapus	Data kelompok berhasil dihapus	✓
Hapus Karyawan	Konfirmasi penghapusan	Data karyawan berhasil dihapus	✓
Filter Laporan	Memilih tanggal, hari, kelompok, nama	Data laporan tampil sesuai filter	✓
Filter Laporan	Memilih tanggal, hari, kelompok, nama	Data laporan tampil sesuai filter	✓
Edit Laporan	Klik edit pada data karyawan	Notifikasi berhasil	✓
Hapus Laporan	Klik hapus pada data karyawan	Muncul notifikasi berhasil	✓
Aksi Dokumentasi	Klik dokumentasi	Dokumentasi berhasil ditampilkan	✓
Export Excel (Monitoring)	Klik export excel	Data berhasil diunduh otomatis	✓
Export Per Kelompok	Memilih kelompok dan klik export	Data kelompok berhasil diunduh	✓

Test Case	Input	Keterangan	Status
Export Semua Data	Klik export semua data	Semua data berhasil diunduh otomatis	✓
Pengaturan Akun	Mengubah nama dan password	Data akun berhasil diperbarui	✓
Refresh Pengaturan	Klik refresh	Data input berhasil direset	✓

Tabel 3. Hasil Pengujian Sistem (Karyawan)

Test Case	Input	Keterangan	Status
Akses Halaman Login	Memasukkan URL https://pln-galesong.gt.tc/login	Halaman login berhasil ditampilkan	✓
Login Karyawan	Memasukkan username dan password karyawan	Berhasil masuk ke dashboard karyawan	✓
Pop Up Login	Klik tombol login	Muncul notifikasi login berhasil	✓
Logout	Klik menu logout	Sistem kembali ke halaman login	✓
Menu Input Data	Membuka menu input laporan	Data laporan dan form input tampil	✓
Pencarian Data	Memilih data yang akan dicari	Data berhasil difilter sesuai pencarian	✓
Input Laporan	Mengisi seluruh form tanpa ada yang kosong	Sistem menampilkan keterangan validasi	✓
Upload Dokumentasi	Menambahkan gambar dokumentasi	Gambar berhasil ditambahkan	✓
Simpan Laporan	Klik tombol simpan	Laporan berhasil tersimpan	✓
Pilih Jenis Kegiatan	Memilih jenis kegiatan	Jenis kegiatan berhasil ditampilkan	✓
Generate Prediksi	Klik tombol generate	Hasil prediksi berhasil ditampilkan	✓

D. Implementasi Metode Triple Exponential Smoothing

1) Data Masukan

Data yang digunakan merupakan rekapan Laporan Harian PLN Galesong periode tahun 2025 sebagai input perhitungan forecasting metode Triple Exponential Smoothing. Dataset berisi berbagai kegiatan seperti Perbaikan Meteran, Perbaikan Sambung Rumah, Pemeriksaan Gardu, dan Kegiatan lainnya. Tabel berikut merupakan hasil rangkuman dari olahan data kegiatan Perbaikan Meteran yang telah dikelompokkan berdasarkan bulan untuk menunjukkan jumlah data dan total durasi sebagai dasar analisis.

Tabel 4. Rekap Durasi Perbaikan Meteran per Bulan 2025

No	Hari	Tgl	Mulai	Selesai	Durasi	Y _t (Jam)
1	Rabu	1/1/2025	8:19:22	8:37:35	0:18:13	0,303611
2	Rabu	1/1/2025	14:44:23	15:03:19	0:18:56	0,315556
3	Jumat	1/10/2025	10:24:52	10:44:31	0:19:39	0,327500

No	Hari	Tgl	Mulai	Selesai	Durasi	Y _t (Jam)
4	Jumat	1/17/2025	8:43:53	9:03:40	0:19:47	0,329722
5	Senin	1/20/2025	11:22:34	11:43:04	0:20:30	0,341667
...
106	Sabtu	12/27/2025	16:14:07	16:47:36	0:33:29	0,558056

2) Preprocessing Data

Dataset awal penelitian berjumlah 106 record kegiatan perbaikan meteran selama tahun 2025. Berdasarkan analisis distribusi data, mayoritas durasi pekerjaan berada pada rentang 0,15-0,45 jam. Namun ditemukan beberapa record dengan nilai durasi di atas 0,60 jam yang memiliki deviasi cukup besar dibandingkan pola umum data.

Tabel 5. preprocessing data

keterangan	Jumlah record	Persentase %
Data mentah awal	106	100%
Data teridentifikasi outlier	9	8,49%
Data setelah preprocessing	97	91,51%

Perhitungan persentase data:

$$\frac{9}{106} \times 100\% = 8,49\%$$

Nilai-nilai tersebut diidentifikasi sebagai kandidat outlier karena berpotensi menyebabkan distorsi pada proses smoothing, sehingga komponen level dan trend menjadi kurang stabil. Oleh karena itu, dilakukan pembersihan terhadap 9 record yang tergolong nilai ekstrem.

Setelah proses pembersihan dilakukan, jumlah data yang digunakan dalam penelitian menjadi:

$$106 - 9 = 97 \text{ record}$$

Data hasil preprocessing inilah yang digunakan pada tahap pembentukan model dan evaluasi akurasi.

Tabel 6. Rekap Durasi Perbaikan Meteran per Bulan 2025

No	Hari	Tgl	Mulai	Selesai	Durasi	Y _t (Jam)
1	Rabu	1/1/2025	8:19:22	8:37:35	0:18:13	0,303611
2	Rabu	1/1/2025	14:44:23	15:03:19	0:18:56	0,315556
3	Jumat	1/10/2025	10:24:52	10:44:31	0:19:39	0,327500
4	Jumat	1/17/2025	8:43:53	9:03:40	0:19:47	0,329722
5	Senin	1/20/2025	11:22:34	11:43:04	0:20:30	0,341667
...
97	Sabtu	12/27/2025	15:12:47	15:35:05	0:22:18	0,371667

Tabel menampilkan sebagian data durasi sebagai representasi, sedangkan data lengkap ada di lampiran. Dataset dibagi 80% training dan 20% testing dari 97 record. Model Holt-Winters menggunakan parameter $\alpha=0,3$, $\beta=0,4$, $\gamma=0,1$. Nilai Y_t dihitung dari rata-rata durasi bulanan sebagai dasar forecasting.

1) Persiapan Data Konversi Durasi ke Jam Desimal

Data mentah penelitian mencatat durasi kegiatan dalam format jam:menit:detik (H:MM:SS). Sebelum dilakukan proses analisis, data durasi terlebih dahulu dikonversi ke dalam bentuk

jam desimal agar dapat diolah secara numerik serta mempermudah perhitungan pada tahap pemodelan.

Rumus Konversi Durasi ke Jam Desimal:

Untuk mengubah durasi dari format jam:menit:detik (H:MM:SS) menjadi jam desimal, digunakan rumus berikut:

$$Jam \text{ Desimal} = Jam + \left(\frac{Menit}{60}\right) + \left(\frac{Detik}{3600}\right) \quad (6)$$

Contoh Perhitungan Record No. 1 Durasi 0:18:13

$$\begin{aligned} &= 0 + (18/60) + (13/3600) \\ &= 0,300000 + 0,003611 \\ &= 0,303611 \text{ "jam"} \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh: Y₁ = 0,303611

Record No. 2 Durasi 0:18:56

$$\begin{aligned} &= 0 + (18/60) + (56/3600) \\ &= 0,300000 + 0,015556 \\ &= 0,315556 \text{ "jam"} \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh: Y₂ = 0,315556

Dengan demikian, seluruh data durasi yang awalnya berbentuk waktu standar berhasil ditransformasikan menjadi jam desimal sehingga siap digunakan pada tahap analisis selanjutnya.

2) Data Set Kegiatan Perbaikan Meteran Tahun 2025

Tabel menampilkan 97 data durasi perbaikan meteran tahun 2025 dalam jam desimal (Y_t). Data 1-78 digunakan sebagai training, sedangkan 79-97 sebagai testing untuk evaluasi akurasi model menggunakan MAPE.

Tabel 7. Data Aktual Kegiatan Perbaikan Meteran Tahun 2025

No (t)	Durasi (Jam Desimal / Y _t)
1	0,303611
2	0,315556
3	0,327500
4	0,329722
5	0,341667
...	...
97	0,371667

Record pertama digunakan sebagai inisialisasi model menggunakan data training agar perhitungan Holt-Winters memiliki nilai dasar stabil.

1. Nilai Aktual Record Pertama

$$Y_1 = 0,303611 \text{ jam}$$

≈ 18 menit 13 detik

Durasi awal relatif cepat dan menjadi baseline sementara model.

2. Perhitungan Level Awal (L₀)

Level awal dihitung menggunakan rata-rata lima data pertama pada data training untuk memperoleh baseline yang lebih stabil.

Rumus Level Awal

$$L_0 = \frac{Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5}{5} \quad (7)$$

Substitusi Nilai

$$\begin{aligned} &0,303611 + 0,315556 + 0,327500 + 0,329722 \\ &+ 0,341667 \\ &= 1,618056 \end{aligned}$$

$$L_0 = \frac{1,618056}{5}$$

$$L_0 = 0,323611 \text{ jam}$$

$$\approx 19 \text{ menit } 25 \text{ detik}$$

Interpretasi Level Awal

Nilai $L_0=0,323611$ jam merepresentasikan durasi awal yang stabil sebagai dasar perhitungan trend dan seasonal berikutnya.

3. Perhitungan Trend Awal (T_0)

Trend awal dihitung dari selisih rata-rata awal dan akhir data training untuk melihat kecenderungan perubahan durasi pekerjaan.

Rata-rata 5 Data Awal (No. 1-5)

$$Y_{awal} = 0,323611$$

Rata-rata 5 Data Akhir Training (No. 74-78)

(mengikuti pola kenaikan bertahap mendekati akhir data training)

Misalnya diperoleh:

$$Y_{akhir} = 0,355611$$

Rumus Trend Awal

$$T_0 = \frac{Y_{akhir} - Y_{awal}}{78} \tag{8}$$

Perhitungan

$$T_0 = \frac{0,355611 - 0,323611}{78}$$

$$T_0 = \frac{0,032000}{78}$$

$$T_0 = 0,000410$$

Interpretasi Trend Awal

Nilai $T_0=0,000410$ menunjukkan tren kenaikan sangat kecil, menandakan durasi pekerjaan meningkat bertahap dengan perubahan yang landai.

4. Perhitungan Seasonal Awal (S_0)

Komponen seasonal awal dihitung dari selisih antara nilai aktual pertama dengan jumlah level awal dan trend awal.

Rumus Seasonal Awal

$$S_0 = Y_1 - (L_0 + T_0) \tag{9}$$

Substitusi Nilai

$$S_0 = 0,303611 - (0,323611 + 0,000410)$$

$$S_0 = 0,303611 - 0,324021$$

$$S_0 = -0,020410$$

Nilai $S_0=-0,020410$ menunjukkan durasi awal lebih cepat dari baseline, menjadi komponen seasonal yang diperbarui pada iterasi berikutnya.

Tabel berikut menampilkan ringkasan nilai inisialisasi sebagai dasar pembentukan model dan penentu arah perhitungan selanjutnya.

Tabel 8. Inisialisasi Komponen Holt-Winters

No	Y_t	L_t	T_t	S_t	F_t
1	0,303611	0,323611	0,000040	-0,020040	—
2	—	—	—	—	0,303611

Perhitungan Record No. 2 (Data Training)

Bagian ini menyajikan contoh detail perhitungan metode Holt-Winters pada record ke-2 sebagai bagian dari data training. Parameter yang digunakan dalam model adalah:

$$\alpha=0,3; \beta=0,4; \gamma=0,1$$

Nilai dari Record Sebelumnya ($t = 1$)

$$L_{-1}=0,323611$$

$$T_{-1}=0,000040$$

$$S_{-1}=-0,020040$$

Nilai aktual record ke-2:

$$Y_2=0,315556" \text{ jam}"$$

$$\approx 18" \text{ menit } " 56" \text{ detik}"$$

1. Perhitungan Forecast (F_2)

Rumus Forecast

$$F_2 = L_1 + T_1 + S_1 \tag{10}$$

Substitusi Nilai

$$F_2 = 0,323611 + (0,000040) + (-0,020040)$$

$$F_2 = 0,303611 \text{ jam}$$

$$\approx 18 \text{ menit } 13 \text{ detik}$$

Nilai $F_2=0,303611$ jam adalah prediksi record kedua dari kombinasi level, tren, dan seasonal sebelumnya sebelum aktual dimasukkan.

2. Perhitungan Level (L_2)

Level diperbarui setelah nilai aktual Y_2 diketahui.

Rumus Level

$$L_2 = \alpha(Y_2 - S_1) + (1 - \alpha)(L_1 + T_1) \tag{11}$$

Substitusi Nilai

$$L_2 = 0,3(0,315556 - (-0,020040)) + 0,7(0,323611 + 0,000040)$$

$$L_2 = 0,3(0,335596) + 0,7(0,323651)$$

$$L_2 = 0,100679 + 0,226556$$

$$L_2 = 0,327235 \text{ jam}$$

$$\approx 19 \text{ menit } 38 \text{ detik}$$

Nilai $L_2=0,327235$ jam menunjukkan peningkatan baseline. Dengan $\alpha=0,3$, bobot 30% pada data aktual dan 70% estimasi sebelumnya, penyesuaian berlangsung moderat.

3. Perhitungan Trend (T_2)

Rumus Trend

$$T_2 = \beta(L_2 - L_1) + (1 - \beta)T_1 \tag{12}$$

Substitusi Nilai

$$T_2 = 0,4(0,327235 - 0,323611) + 0,6(0,000040)$$

$$T_2 = 0,4(0,003623) + 0,000024$$

$$T_2 = 0,001449 + 0,000024$$

$$T_2 = 0,001473$$

Nilai $T_2=0,001473$ menunjukkan tren positif kecil. Dengan $\beta=0,4$, model merespons perubahan level secara stabil dan bertahap.

4. Perhitungan Seasonal (S_2)

Seasonal diperbarui berdasarkan selisih antara nilai aktual dan level terbaru.

Rumus Seasonal

$$S_2 = \gamma(Y_2 - L_2) + (1 - \gamma)S_1 \tag{13}$$

Substitusi Nilai

$$S_2 = 0,1(0,315556 - 0,327235) + 0,9(-0,020040)$$

$$S_2 = 0,1(-0,011679) + (-0,018036)$$

$$S_2 = -0,001168 - 0,018036$$

$$S_2 = -0,019204$$

Nilai $S_2 = -0,019204$ menunjukkan seasonal masih negatif. Dengan $\gamma = 0,1$, pembaruan berlangsung lambat sehingga perubahan pola tidak drastis dan digunakan untuk forecast berikutnya.

5. Hasil Peramalan dengan Metode Holt-Winters

Setelah menghitung L_{97} , T_{97} , dan S_{97} , prediksi record ke-98 dihitung menggunakan rumus Holt-Winters satu langkah ke depan.

Rumus Forecast Periode Berikutnya

$$F_{98} = L_{97} + T_{97} + S_{97} \tag{14}$$

Substitusi Nilai

$$F_{98} = 0.375968 + 0.00611 + (-0.016499)$$

$$F_{98} \approx 0.365579 \text{ jam}$$

Konversi ke Menit

$$0.365579 \times 60 \approx 21.93 \text{ menit} \approx 21 \text{ menit } 56 \text{ detik}$$

Jadi, nilai $F_{98} \approx 0.3656$ jam merupakan estimasi durasi pekerjaan untuk periode setelah data terakhir (Record No. 97), sebelum nilai aktual Y_{98} diketahui.

Setelah perhitungan seasonal, level, trend, dan forecast, rangkuman data aktual serta hasil peramalan ditampilkan lengkap pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Perhitungan Seluruh Record

No	Yt	Lt	Tt	St	Ft
1	0.303611	0.323611	0.00004	-0.02004	0.303611
2	0.315556	0.327235	0.001473	-	0.303611
				0.019204	
3	0.3275	0.334107	0.003633	-	0.309504
				0.017944	
4	0.329722	0.340718	0.004824	-	0.319795
				0.017249	
5	0.341667	0.349554	0.006429	-	0.328292
				0.016313	
...
97	0.371667	0.375968	0.00611	-	0.352305
				0.016499	
					0,365579 jam

Berdasarkan Tabel 9. forecast Record 98 sebesar 0,365579 jam atau sekitar 21,93 menit (± 21 menit 56 detik) untuk satu pekerjaan berikutnya.

E. Evaluasi Akurasi Model Peramalan

Setelah diperoleh hasil peramalan menggunakan metode Holt-Winters per-record, dilakukan evaluasi akurasi model menggunakan indikator Error, Absolute Error, APE, dan MAPE pada periode data testing (Record No. 79–97).

Rumus Perhitungan Akurasi

Error (Selisih Aktual dan Forecast)

$$\text{Error} = Y_t - F_t \tag{15}$$

Absolute Error (Nilai Mutlak Error)

$$|\text{Error}| = |Y_t - F_t| \tag{16}$$

Absolute Percentage Error (APE)

$$\text{APE} = \frac{|Y_t - F_t|}{Y_t} \times 100 \tag{17}$$

Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

$$\text{MAPE} = \frac{\sum \text{APE}}{n} \tag{18}$$

$n = 19$ record testing

Perhitungan Error Record No. 79 (Testing Pertama)

Data Record No. 79 (Sabtu, 8/30/2025)

$$Y_{79} = 0,313611 \text{ {jam}} \quad | \quad F_{79} = 0,360364 \text{ "jam"}$$

Y_{79} adalah durasi aktual dan F_{79} nilai prediksi, digunakan menghitung Error, Absolute Error, dan APE untuk evaluasi akurasi model.

1. Error

$$\text{Error} = Y_{79} - F_{79} = 0,313611 - 0,360364 = -0,046753$$

Error negatif menunjukkan overprediction, karena prediksi lebih tinggi dari aktual sehingga durasi diperkirakan lebih lama dari realisasi.

Jika dikonversi ke dalam satuan menit:

$$0,046753 \times 60 \approx 2,81 \text{ menit}$$

Selisih aktual dan prediksi sekitar 2,81 menit, masih dalam batas kesalahan kecil dibanding total durasi pekerjaan.

2. Absolute Error

$$|\text{Error}| = |-0,046753| = 0,046753$$

Absolute Error digunakan untuk melihat besar kesalahan tanpa mempertimbangkan arah kesalahan (positif atau negatif).

3. Absolute Percentage Error (APE)

$$\text{APE} = \frac{0,046753}{0,313611} \times 100 = 14,91$$

APE 14,91% menunjukkan kesalahan relatif pada testing pertama, dengan prediksi lebih tinggi dari durasi aktual.

Setelah menghitung Absolute Percentage Error (APE) untuk setiap record testing (No. 79–97), nilai APE dijumlahkan secara kumulatif untuk memperoleh total Σ APE. Tabel berikut menyajikan APE per-record beserta akumulasi kumulatifnya sebagai dasar perhitungan MAPE.

Tabel 10. APE Per-Record Beserta Kumulatif

No (t)	Hari	Tanggal	APE (%)	Kumulatif (%)
79	Sabtu	8/30/2025	14.91	14.91
80	Rabu	9/3/2025	3.42	18.33
81	Jumat	9/12/2025	0.81	19.14
82	Minggu	9/21/2025	6.27	25.41
83	Sabtu	9/27/2025	8.59	34
84	Sabtu	9/27/2025	6.27	40.27
85	Jumat	10/10/2025	6.7	46.97
86	Kamis	10/16/2025	3.53	50.5
87	Minggu	10/19/2025	3.81	54.31
88	Rabu	10/22/2025	3.42	57.73
89	Rabu	10/22/2025	28.46	86.19
90	Sabtu	10/25/2025	13.13	99.32
91	Rabu	11/12/2025	5.59	104.91
92	Rabu	11/12/2025	2.71	107.62
93	Jumat	12/12/2025	7.23	114.85

No (t)	Hari	Tanggal	APE (%)	Kumulatif (%)
94	Kamis	12/18/2025	6.32	121.17
95	Kamis	12/18/2025	7.64	128.81
96	Minggu	12/21/2025	4.94	133.75
97	Sabtu	12/27/2025	5.21	138.96

1. Jumlahkan Seluruh APE (ΣAPE)

Kita jumlahkan semua nilai APE dari record No 79–97:

$$\begin{aligned} \Sigma APE &= 14.91 + 3.42 + 0.81 + 6.27 + 8.59 + 6.27 + 6.70 \\ &\quad + 3.53 + 3.81 + 3.42 + 28.46 + 13.13 \\ &\quad + 5.59 + 2.71 + 7.23 + 6.32 + 7.64 \\ &\quad + 4.94 + 5.21 \end{aligned}$$

$$\Sigma APE = 138.96$$

2. Hitung Jumlah Record Testing (n)

Dari tabel, record testing adalah No 79–97, jadi:

$$n = 19 \text{ record testing}$$

3. Hitung MAPE

$$MAPE = \frac{\Sigma APE}{n} = \frac{138.96}{19} \approx 7.31$$

Nilai MAPE $\approx 7,31\%$ menunjukkan rata-rata kesalahan prediksi model Holt-Winters terhadap 19 record testing. Menurut kriteria standar interpretasi MAPE, nilai ini termasuk kategori “Sangat Baik” (rentang $<10\%$), sehingga model mampu menangkap pola durasi pekerjaan dengan akurasi yang tinggi dan dapat diandalkan untuk prediksi durasi pekerjaan berikutnya.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan implementasi sistem prediksi waktu penyelesaian kegiatan lapangan berbasis web dengan penerapan metode Triple Exponential Smoothing (Holt-Winters), maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Sistem prediksi durasi kegiatan berbasis website berhasil dibangun dengan Laravel dan MySQL. Pengujian Black Box menunjukkan seluruh fitur utama berjalan baik tanpa kesalahan fungsional.
- 2) Metode Triple Exponential Smoothing (Holt-Winters) dengan parameter $\alpha 0,3$, $\beta 0,4$, $\gamma 0,1$ menghasilkan MAPE 7,31% dari 19 data testing, termasuk kategori sangat baik.
- 3) Sistem membantu estimasi waktu pekerjaan lebih akurat dan mendekati kondisi nyata, sehingga meningkatkan kepastian layanan. Pengembangan selanjutnya dapat optimasi parameter atau bandingkan metode lain.

V. SARAN

- 1) Disarankan memperbaiki fitur login, menambah notifikasi otomatis, mengembangkan versi mobile, integrasi sistem PLN, modul K3, peningkatan keamanan data, serta evaluasi berkala.
- 2) Penelitian selanjutnya dapat membandingkan metode Triple Exponential Smoothing dengan ARIMA atau

LSTM untuk memperoleh akurasi lebih optimal sesuai kebutuhan operasional.

- 3) Penelitian selanjutnya juga dapat menambahkan jumlah dan variasi dataset yang lebih besar serta mencakup berbagai jenis kegiatan lapangan agar model prediksi yang dihasilkan dapat menggambarkan kondisi operasional secara lebih komprehensif.
- 4) Sistem yang dikembangkan dapat dilengkapi dengan fitur visualisasi data yang lebih interaktif seperti grafik tren pekerjaan dan dashboard analitik untuk memudahkan pengawas lapangan dalam melakukan monitoring kinerja tim secara real-time.

REFERENSI

- [1] D. Agustian, M. Septiani, S. Romdoni, H. Anzhari, A. B. Muslim, and D. Aribowo, “Analisis prosedur penggantian arrester pada jaringan distribusi PT. PLN (Persero) UP3 Cikupa,” vol. 11, no. 1, pp. 477–481, 2024.
- [2] M. A. Fikri and A. L. Ghozali, “Sistem informasi forecasting produksi padi menggunakan metode least square,” *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, vol. 1, 2025.
- [3] S. Anardani, Y. Yunitasari, and K. Sussolaikah, “Analisis perancangan sistem informasi monitoring dan evaluasi kerjasama menggunakan UML,” *REMIK*, vol. 7, no. 1, pp. 522–532, 2023.
- [4] R. Bangun et al., “*Jurnal Teknik Informatika*,” vol. 15, no. 1, p. 1, 2020.
- [5] M. Darip and H. Hamdan, “Dokumen perancangan perangkat lunak pelayanan laboratorium UPTD Dinas Lingkungan Hidup Kota Serang,” *Jurnal Ilmiah Media Sisfo*, vol. 18, no. 2, pp. 150–165, 2024.
- [6] W. Gede et al., “Implementasi aplikasi sistem informasi desa dan kependudukan berbasis web di Desa Kukuh Kerambitan,” *Jurnal Widya Laksana*, vol. 10, no. 1, 2021.
- [7] A. Hariri and K. A. Hasbullah, “Peramalan harga beras premium dan medium di Provinsi Jawa Timur dengan metode triple exponential smoothing,” n.d.
- [8] Y. Hariswanda and I. Anshory, “Seminar Nasional & Call Paper Fakultas Sains dan Teknologi (Senasains 7th),” *Procedia of Engineering and Life Science*, vol. 7, 2024.
- [9] N. R. Yuwono and S. Yulianto, “Perbandingan berbagai metode exponential smoothing untuk peramalan Covid di Indonesia,” n.d.
- [10] D. Iskandar, “Sistem informasi gardu induk dan gardu distribusi PLN (Persero),” n.d.
- [11] R. S. Diagustingtyas, “Perbandingan metode dekomposisi dan metode triple exponential smoothing Holt-Winter’s untuk peramalan wisatawan Grand Watu Dodol Banyuwangi,” 2024.
- [12] A. S. Rizkia et al., “Penerapan metode triple exponential smoothing untuk peramalan curah hujan Kota Bogor,” *Jurnal Matematika dan Statistika Serta Aplikasinya*, vol. 11, no. 1, n.d.
- [13] H. Setiawan and D. E. Valdiviano, “Implementasi metode triple exponential smoothing berbasis website dalam

- memprediksi persediaan barang pada Chronix Project,” *Jurnal Bangkit Indonesia*, vol. 12, no. 2, 2023.
- [14] M. S. Pebriad et al., “Implementasi use case diagram dan activity diagram dalam perancangan aplikasi kalkulator pajak bagi UMKM,” *Multitek Indonesia: Jurnal Ilmiah*, 2023.
- [15] A. R. Wijaya, “Model prediksi data harga minyak mentah dunia dengan metode exponential smoothing,” *Bimaster*, vol. 12, no. 1, 2023.
- [16] M. S. Harlina et al., “Pemodelan sistem rancangan website Toko Ummi Cookies menggunakan UML,” *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Bisnis*, vol. 7, no. 3, pp. 364–371, 2025.