ISSN: 2830-0408

Peramalan Permintaan Semen Ordinary Portland Cement dan Pengendalian Persediaan Gypsum di PT Solusi Bangun Indonesia

Agustinus Mahardhika[a*], Yoga Ariansyah Tarigan[b], Henry Dwi Prihartanto[c],
[a,b,c] Program Studi S1 Teknik Industri, Direktorat Kampus Purwokerto, Telkom University, Jl. D.I. Panjaitan No. 128, Purwokerto 53147, Indonesia
* Corresponding author: agustinusmahardhika@student.telkomuniversity.ac.id

ABSTRAK

Kestabilan pasokan semen memegang peranan krusial dalam menopang percepatan pembangunan infrastruktur nasional, sehingga perencanaan produksi yang akurat menjadi penentu utama kelancaran operasional industri. PT Solusi Bangun Indonesia Narogong Plant menghadapi dinamika fluktuasi permintaan semen tipe Ordinary Portland Cement (OPC) yang memengaruhi pengelolaan inventori bahan baku aditif, khususnya gypsum. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi metode peramalan permintaan semen tipe OPC yang paling akurat serta merumuskan kebijakan cadangan pengaman (safety stock) dan titik pemesanan kembali (reorder point/ROP) bagi gypsum alam dan gypsum sintetis guna mengeliminasi risiko kekurangan persediaan (stockout) maupun penumpukan material (overstock). Metode peramalan yang dievaluasi mencakup Naive, Rata-Rata Bergerak (Moving Average n=3 dan n=4), Pemulusan Eksponensial Tunggal (Single Exponential Smoothing/SES), serta Pemulusan Eksponensial Ganda (Double Exponential Smoothing/DES) dengan memanfaatkan data historis 12 bulan sepanjang tahun 2026. Hasil analisis menunjukkan bahwa pola deret waktu bersifat stasioner berdasarkan uji grafik Box-Cox (nilai pembulatan lambda mendekati 1). Evaluasi Mean Absolute Percentage Error (MAPE) menetapkan metode Single Exponential Smoothing sebagai model paling presisi dengan nilai MAPE terendah sebesar 17,39% serta terbukti stabil melalui peta kendali Moving Range tanpa indikasi sinyal di luar batas kendali. Berdasarkan proyeksi kebutuhan gypsum (proporsi 3,5% dari massa semen OPC dengan pembagian 50% gypsum alam dan 50% gypsum sintetis), cadangan pengaman yang direkomendasikan pada tingkat layanan 95% adalah 256,49 ton untuk gypsum sintetis (waktu tunggu 1 bulan), serta 362,72 ton (waktu tunggu 2 bulan) dan 444,26 ton (waktu tunggu 3 bulan) untuk gypsum alam. Titik pemesanan kembali (ROP) pada tingkat layanan 95% masing-masing berada pada volume 1.417,83 ton untuk gypsum sintetis, serta 2.685,40 ton dan 3.928,28 ton untuk gypsum alam. Penerapan parameter ini memberikan landasan operasional yang kokoh guna menjamin kesinambungan produksi penggilingan semen secara efisien.
Kata Kunci: Gypsum, Ordinary Portland Cement, Pemulusan Eksponensial Tunggal, Peramalan, Titik Pemesanan Kembali, Cadangan Pengaman

ABSTRACT

Uninterrupted cement supply plays a pivotal role in accelerating national infrastructure development, making accurate production planning a primary determinant of industrial operational reliability. PT Solusi Bangun Indonesia Narogong Plant experiences fluctuating demand for Ordinary Portland Cement (OPC), which poses operational challenges to the inventory management of additives, specifically gypsum. This study aims to evaluate and identify the most accurate forecasting method for OPC cement demand, as well as to establish optimized safety stock and reorder point (ROP) policies for both natural and synthetic gypsum to prevent stockouts and excessive accumulation. The forecasting models evaluated comprise Naive, Moving Average (n=3 and n=4), Single Exponential Smoothing (SES), and Double Exponential Smoothing (DES), analyzed using 12-month historical demand data from 2026. The empirical findings confirm that the time series pattern is stationary based on Box-Cox Plot transformation with an estimated rounded lambda approximating 1. Evaluation using Mean Absolute Percentage Error (MAPE) demonstrates that Single Exponential Smoothing achieves the highest forecasting precision with the lowest error of 17.39%, validated via a Moving Range control chart showing no out-of-control conditions. Based on projected gypsum requirements (a 3.5% cement mass ratio divided equally into 50% natural and 50% synthetic gypsum), the proposed safety stock at a 95% service level is 256.49 tons for synthetic gypsum (1-month lead time), and 362.72 tons (2-month lead time) and 444.26 tons (3-month lead time) for natural gypsum. The corresponding reorder points at a 95% service level are 1,417.83 tons for synthetic gypsum, and 2,685.40 tons and 3,928.28 tons for natural gypsum, respectively. Implementing these parameters provides an operational foundation to secure continuous finish mill grinding while preventing material stockouts.
Keywords: *Gypsum, Ordinary Portland Cement, Reorder Point, Safety Stock, Single Exponential Smoothing*

ISSN: 2830-0408

1. Pendahuluan

Industri manufaktur semen merupakan salah satu penopang utama pembangunan fisik nasional, perluasan jaringan infrastruktur, dan perkembangan sektor perumahan di Indonesia [14]. Permintaan produk semen di pasar domestik sangat dipengaruhi oleh alokasi anggaran proyek infrastruktur strategis pemerintah, investasi konstruksi swasta, dan laju pertumbuhan ekonomi regional [14]. Mengingat tingginya ketergantungan sektor konstruksi terhadap kontinuitas pasokan material, produsen semen dituntut merancang sistem perencanaan produksi dan rantai pasok yang tanggap serta efisien [12].

Ketidakpastian permintaan pasar sering kali memicu hambatan operasional apabila tidak diantisipasi dengan perencanaan yang matang [12]. Ketidakakuratan dalam menyusun perkiraan kebutuhan produk berpotensi menimbulkan dua masalah: penumpukan persediaan (overstock) yang memperbesar biaya simpan dan risiko kerusakan material, atau kekosongan persediaan (stockout) yang dapat menghentikan pengiriman semen ke pelanggan [12], [19]. Untuk meminimalkan risiko tersebut, penerapan metode peramalan kuantitatif menjadi langkah awal yang penting dalam memperkirakan kebutuhan di masa mendatang berdasarkan data historis [21]. Kualitas peramalan yang baik ditentukan oleh ketepatan pemilihan model matematika yang mampu menyesuaikan diri terhadap pola data serta menghasilkan tingkat kesalahan (error measures) yang minimal [14].

Pada PT Solusi Bangun Indonesia (SBI) Narogong Plant, semen tipe Ordinary Portland Cement (OPC) merupakan produk utama yang banyak digunakan pada proyek konstruksi berat, seperti jalan tol, jembatan bentang panjang, dan gedung pencakar langit [1]. Dalam proses manufakturnya di area penggilingan akhir (finish mill), klinker digiling bersama bahan aditif tambahan, terutama gypsum [7]. Penambahan gypsum berfungsi sebagai zat pengatur waktu pengikatan semen (retarder) agar semen tidak mengalami pengerasan kilat saat diaplikasikan di lapangan [7], [8].

Pengelolaan persediaan gypsum di pabrik ini memiliki karakteristik khusus karena melibatkan dua sumber pasokan dengan waktu tunggu pengiriman (lead time) yang berbeda [20]. Gypsum alam didatangkan melalui impor antarnegara dengan lead time pengiriman relatif panjang, yaitu sekitar 2 hingga 3 bulan, sedangkan gypsum sintetis diperoleh dari industri petrokimia dalam negeri dengan lead time sekitar 1 bulan [20]. Keduanya dicampur ke dalam penggilingan klinker dengan rasio berimbang 50%:50% [20]. Keterlambatan pasokan salah satu jenis gypsum dapat mengganggu kestabilan operasi finish mill, sementara pesanan yang terlalu banyak akan melampaui kapasitas gudang penyimpanan [19].

Oleh karena itu, penelitian ini dirancang untuk menyelesaikan dua permasalahan utama tersebut. Pertama, mengevaluasi kinerja beberapa model peramalan deret waktu guna menentukan metode terbaik yang paling presisi dalam memproyeksikan permintaan semen tipe OPC. Kedua, merumuskan rekomendasi kebijakan cadangan pengaman (safety stock) dan titik pemesanan kembali (reorder point/ROP) untuk gypsum alam maupun gypsum sintetis dengan mempertimbangkan perbedaan lead time dan target tingkat layanan perusahaan [5], [9], [18].

ISSN: 2830-0408

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Karakteristik Semen OPC dan Peran Gypsum

Ordinary Portland Cement (OPC) adalah semen hidrolis serbaguna yang dihasilkan dari penggilingan bersama antara klinker semen portland dan sejumlah kecil kalsium sulfat [7]. Semen jenis ini memiliki keunggulan pada kekuatan tekan awal dan kuat lentur yang tinggi, sehingga menjadi pilihan utama pada konstruksi jalan raya beton dan elemen struktural berat [1]. Namun, proses pembuatannya memerlukan energi termal dan mekanis yang besar serta pengendalian mutu bahan baku yang ketat [1].

Gypsum (CaSO4.2H2O) berfungsi esensial dalam komposisi semen sebagai bahan penghambat laju hidrasi senyawa trikalsium aluminat (C3A) [7]. Tanpa keberadaan gypsum, semen yang diaduk dengan air akan mengeras seketika (flash set), sehingga adukan beton tidak memiliki waktu kerja (workability) yang cukup untuk proses pengecoran dan perataan [7]. Gypsum juga memiliki kemampuan mengikat air serta daya tahan termal yang baik [8]. Dalam standar pembuatan semen OPC, proporsi gypsum yang ditambahkan umumnya berkisar antara 3% hingga 5% dari total berat semen jadi [7], [20].

2.2. Metode Peramalan Kuantitatif (Time Series)

Peramalan merupakan proses sistematis untuk memperkirakan peristiwa operasional di masa depan dengan menganalisis kecenderungan masa lalu [10]. Dalam manajemen operasi pabrik, peramalan permintaan digunakan untuk menyelaraskan kapasitas produksi agar terhindar dari pemborosan biaya akibat kelebihan produksi atau kelangkaan barang [6], [15]. Pada data deret waktu yang bersifat stasioner tanpa fluktuasi musiman yang ekstrem, terdapat beberapa metode peramalan yang umum diterapkan [4], [13]:

1. Metode Naive: Model sederhana yang menetapkan bahwa ramalan periode mendatang sama dengan nilai aktual pada periode terakhir [13].
2. Metode Moving Average (MA): Menghitung nilai rata-rata dari n periode data historis terakhir untuk meredam fluktuasi jangka pendek [4], [11].
3. Metode Single Exponential Smoothing (SES): Model pemulusan yang memberikan bobot eksponensial menurun terhadap data historis, di mana nilai parameter pemulusan alpha ($0 < \text{alpha} < 1$) menentukan seberapa cepat model merespons perubahan terkini [4], [13]. Metode ini efektif mereduksi bias serta memperbarui estimasi secara berkelanjutan [4], [11].
4. Metode Double Exponential Smoothing (DES): Model pemulusan yang menggunakan dua parameter pembobotan untuk mengakomodasi pola deret waktu yang mengandung pergeseran rata-rata dan tren linier [14].

Akurasi model peramalan diuji dengan membandingkan nilai aktual terhadap nilai hasil peramalan melalui indikator Mean Absolute Deviation (MAD), Mean Squared Error (MSE), dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) [11], [20]. Model dengan nilai MAPE terkecil dipilih sebagai metode peramalan yang paling akurat [20].

2.3. Ukuran Kesalahan Peramalan

Cadangan pengaman (safety stock) adalah kuantitas persediaan penyangga yang disiapkan perusahaan untuk melindungi proses operasional dari ketidakpastian permintaan pelanggan dan ketidaktepatan waktu pasokan [2], [9]. Besarnya cadangan

ISSN: 2830-0408

pengaman dipengaruhi secara langsung oleh variabilitas konsumsi harian, durasi waktu tunggu (lead time), serta target tingkat layanan (service level) yang ditetapkan manajemen [2], [9].

Penetapan cadangan pengaman yang tepat sangat penting di pabrik semen agar operasional mesin ball mill tidak terhenti mendadak akibat kehabisan bahan penolong [5], [20]. Sementara itu, titik pemesanan kembali (reorder point/ROP) adalah batas saldo persediaan minimum yang menjadi penanda bahwa pesanan pembelian bahan baku baru harus segera diajukan ke pemasok [16], [17]. Dengan mengintegrasikan rata-rata konsumsi selama waktu tunggu dan cadangan pengaman, ROP memastikan bahwa kiriman bahan baku berikutnya tiba sebelum stok pengaman terpakai [5], [18].

2.4. Safety Stock dan Reorder Point (ROP)

Persediaan pengaman (safety stock) dirancang untuk mengantisipasi ketidakpastian permintaan selama masa tunggu pengadaan bahan baku. Persamaan matematis safety stock (SS) saat permintaan berfluktuasi dengan lead time konstan dirumuskan menggunakan nilai faktor keamanan normal standar yang bersesuaian dengan tingkat layanan (service level), deviasi standar permintaan harian/bulanan, dan waktu tunggu (lead time) pengadaan. Selanjutnya, Reorder Point (ROP) menentukan tingkat persediaan di mana pesanan pembelian baru harus diterbitkan kembali.

3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT Solusi Bangun Indonesia Narogong Plant dengan fokus pengamatan pada Departemen Produksi, khususnya lini penggilingan akhir (finish mill). Tahapan penelitian dirancang secara sistematis sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data: Menghimpun data historis konsumsi dan permintaan bulanan semen tipe OPC selama 12 bulan pada tahun 2026, data formula campuran gypsum (3,5%), proporsi jenis gypsum (50% alam dan 50% sintetis), serta durasi lead time pengadaan dari masing-masing pemasok [20].
2. Identifikasi Pola Deret Waktu: Mengidentifikasi kestasioneran pola data menggunakan plot deret waktu bulanan dan uji transformasi Box-Cox dengan parameter lambda.
3. Simulasi Model Peramalan: Melakukan perhitungan peramalan deret waktu menggunakan Microsoft Excel dan software POM-QM for Windows untuk lima model peramalan: Naive, Moving Average (n=3), Moving Average (n=4), Single Exponential Smoothing (SES), dan Double Exponential Smoothing (DES) [11], [14].
4. Evaluasi Akurasi dan Validasi: Membandingkan indikator galat (Bias, MAD, MSE, dan MAPE) untuk menetapkan model terbaik [20]. Kestabilan residual model terbaik kemudian divalidasi menggunakan peta kendali Moving Range (MR).
5. Perumusan Kebijakan Persediaan Gypsum: Menghitung kebutuhan turunan gypsum alam dan gypsum sintetis berdasarkan hasil peramalan terpilih, dilanjutkan dengan perumusan kuantitatif cadangan pengaman (safety stock) dan titik pemesanan kembali (ROP) pada tingkat layanan 90% (Z = 1,28) dan 95% (Z = 1,65) [5], [9], [16].

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Analisis Pola Data Permintaan Semen OPC

ISSN: 2830-0408

Data historis konsumsi dan permintaan semen OPC PT Solusi Bangun Indonesia sepanjang tahun 2026 disajikan pada Tabel 1. Total volume permintaan tahunan mencapai 814.046 ton dengan rata-rata bulanan sebesar 67.837,17 ton.

Tabel 1
Data Historis Permintaan Semen Tipe OPC Tahun 2026

Bulan	Demand (ton)
Januari	61.999
Februari	52.161
Maret	60.341
April	65.146
Mei	66.070
Juni	42.166
Juli	67.641
Agustus	82.783
September	78.655
Oktober	83.644
November	86.226
Desember	67.214
Total	814.046 ton
Rata-rata	67.837,17 ton/bulan

Sumber: Pengolahan data 2026

Plot data memperlihatkan bahwa volume permintaan berfluktuasi secara wajar di sekitar garis rata-rata bulanan tanpa menunjukkan kecenderungan tren kenaikan/penurunan jangka panjang maupun pola musiman yang kaku. Hasil uji transformasi Box-Cox menunjukkan bahwa nilai estimasi rounded lambda berada pada angka 1,00 (selang kepercayaan mencakup nilai 1), yang menegaskan bahwa varians data bersifat homogen dan data telah memenuhi kriteria stasioner [4], [13].

4.2 Perbandingan dan Pemilihan Metode Peramalan

Kelima metode peramalan diuji terhadap data historis periode Januari hingga Desember 2026. Rekapitulasi perbandingan ukuran kesalahan peramalan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2
Rekapitulasi Ukuran Kesalahan Peramalan

Metode Peramalan	Bias	MAD
Naive	474,09	10.816,27
Moving Average (n=3)	4.088,44	12.380,67
Moving Average (n=4)	5.173,13	13.767,38
Single Exponential Smoothing (SES)	2.823,45	11.089,45
Double Exponential Smoothing (DES)	3.112,20	11.205,10

Sumber: Pengolahan data 2026

Berdasarkan Tabel 2, metode Single Exponential Smoothing (SES) menghasilkan performa peramalan paling unggul dengan nilai MAPE terendah sebesar 17,39% dan nilai MSE sebesar 160.299.640. Dalam kriteria evaluasi peramalan industri manufaktur, nilai MAPE di bawah 20% menunjukkan tingkat kemampuan peramalan yang baik dan dapat diandalkan [11], [20]. Model SES mampu memberikan pembobotan yang seimbang pada data permintaan terbaru sehingga lebih responsif terhadap pergeseran permintaan bulanan dibandingkan model rata-rata bergerak.

4.3 Verifikasi dan Validasi Hasil Peramalan

Verifikasi model membuktikan bahwa perhitungan analitis pada lembar kerja Microsoft Excel menghasilkan angka yang konsisten dengan komputasi perangkat lunak POM-QM for Windows. Sementara itu, validasi stabilitas kesalahan peramalan yang dipetakan pada diagram kendali Moving Range (MR) menunjukkan bahwa seluruh titik data galat berada di dalam rentang Batas Kendali Atas (BKA) dan Batas Kendali Bawah

ISSN: 2830-0408

(BKB). Hal ini membuktikan bahwa galat peramalan berfluktuasi secara acak tanpa adanya penyimpangan luar biasa, sehingga model SES terbukti valid untuk memproyeksikan rencana kebutuhan produksi [14].

4.4 Perhitungan Kebutuhan dan Pengendalian Persediaan Gypsum

Hasil proyeksi peramalan semen OPC dengan model SES menghasilkan estimasi kebutuhan sebesar 75.357 ton per bulan. Dengan persentase kandungan gypsum 3,5% dari total berat semen, maka estimasi kebutuhan gypsum total di departemen finish mill mencapai 2.638 ton per bulan [20]. Jumlah tersebut dibagi secara merata antara gypsum alam sebesar 1.319 ton/bulan dan gypsum sintetis sebesar 1.319 ton/bulan (atau rata-rata konsumsi historis 1.161,34 ton per bulan) [20].

Tabel 3
Rekapitulasi Usulan Safety Stock Material Gypsum

Jenis Gypsum	Lead Time (Bulan)	Safety Stock (Ton) SL 90%
Gypsum Sintetis	1	199,58
Gypsum Natural	2	282,24
Gypsum Natural	3	345,73

Sumber: Pengolahan data 2026

Tabel 4
Rekapitulasi Usulan Reorder Point (ROP) Material Gypsum

Jenis Gypsum	Lead Time	Rata-rata Kebutuhan LT (Ton)
Gypsum Sintetis	1 Bulan	1.161,34
Gypsum Natural	2 Bulan	2.322,68
Gypsum Natural	3 Bulan	3.484,02

Sumber: Pengolahan data 2026

4.5 Pembahasan Manajerial

Hasil analisis pada Tabel 3 dan Tabel 4 menunjukkan hubungan berbanding lurus yang konsisten: durasi lead time pengadaan yang lebih panjang serta penetapan target service level yang lebih ketat menuntut penyediaan cadangan pengaman dan titik pemesanan kembali yang lebih besar [2], [9].

Pada gypsum sintetis dari pemasok domestik dengan lead time 1 bulan, perusahaan dapat beroperasi dengan cadangan pengaman yang relatif ramping, yaitu 256,49 ton pada tingkat layanan 95%, dan melakukan pemesanan ulang ketika saldo persediaan di gudang mencapai 1.417,83 ton [16]. Sebaliknya, pengadaan gypsum alam melibatkan rantai pasok maritim lintas negara yang rentan terhadap hambatan logistik [20]. Jika lead time reguler 2 bulan mengalami perpanjangan hingga 3 bulan, cadangan pengaman harus ditingkatkan dari 362,72 ton menjadi 444,26 ton, dan pemesanan kembali harus diajukan lebih awal saat stok berada pada level 3.928,28 ton [18]. Karena PT SBI Narogong Plant memiliki fasilitas gudang penyimpanan tertutup (storage hall) yang memadai, penetapan cadangan pengaman pada tingkat layanan 95% sangat disarankan guna menjamin kelancaran penggilingan semen tanpa kekhawatiran terjadinya kekosongan material [5], [20].

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis peramalan dan pengendalian persediaan bahan baku di PT Solusi Bangun Indonesia Narogong Plant, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

ISSN: 2830-0408

1. Pola data historis permintaan semen tipe Ordinary Portland Cement (OPC) sepanjang tahun 2026 terbukti stasioner berdasarkan analisis grafis dan uji transformasi Box-Cox.
2. Metode Single Exponential Smoothing (SES) merupakan model peramalan terbaik dengan tingkat kesalahan terendah (MAPE 17,39%), mengungguli metode Naive, Moving Average, dan DES, serta telah teruji valid pada diagram kendali Moving Range.
3. Berdasarkan formula kandungan gypsum 3,5% dengan proporsi seimbang antara varian alam dan sintetis pada target tingkat layanan 95%, perusahaan disarankan menetapkan cadangan pengaman sebesar 256,49 ton (ROP 1.417,83 ton) untuk gypsum sintetis (lead time 1 bulan); serta cadangan pengaman sebesar 362,72 ton (ROP 2.685,40 ton) pada kondisi lead time normal 2 bulan, dan 444,26 ton (ROP 3.928,28 ton) apabila lead time impor mencapai 3 bulan untuk gypsum alam.

Daftar Pustaka

[1] B. Aditya and L. Tiyani, "Penggunaan Semen OPC Dan PCC Terhadap Kuat Lentur Beton Pada Perkerasan Kaku (Proyek Jalan Tol Z)," Jurnal Teknik Sipil dan Infrastruktur, vol. 4, no. 2, pp. 45-53, 2024.

[2] A. S. Agus and M. Ali, "Penggunaan Safety Stock Order Untuk Mengatasi Delay Waktu Pada Proses Produksi Paracetamol Infus di Salah Satu PT. Farmasi Di Sukabumi," Jurnal Permadi: Perancangan, Manufaktur, Material Dan Energi, vol. 5, no. 1, pp. 1-9, 2023.

[3] M. R. Alfarizki, R. Y. Gazali, and A. Jabar, "Eksplorasi Etnomatematika pada Profile Gypsum di Toko Abidin Gypsum Kabupaten Hulu Sungai Selatan," Jurnal Pendidikan Matematika, vol. 10, no. 1, pp. 1-10, 2023.

[4] L. Anitya, I. W. P. Astawa, and I. G. N. Pujawan, "Perbandingan Single Moving Average dan Single Exponential Smoothing dalam Peramalan Produksi Kopi," Jurnal Matematika Terapan, vol. 17, no. 3, pp. 1-11, 2023.

[5] F. Ardianto and D. Wardana, "Optimalisasi Manajemen Persediaan Dengan EOQ, ROP, Dan Safety Stock," RISTANSI: Riset Akuntansi, vol. 6, no. 1, pp. 1-15, 2025.

[6] S. Hartini and J. Nina, "Penerapan Peramalan Penjualan Produk Semen Dengan Metode Time Series Untuk Mencegah Overproduction Dan Underproduction Di PT Refratech Mandala Perkasa," Industrial Engineering Online Journal, vol. 14, no. 4,
pp. 1-9, 2025.

[7] M. Idris and A. Ibrahim, "Studi Eksperimental Pengaruh Penggunaan Semen PCC dan OPC Tipe I terhadap Kuat Tekan Beton," in Prosiding 4th Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat, vol. 15, pp. 160-165, 2020.

[8] D. Kristina, M. N. Abduh, and A. Setiawan, "Analisis Campuran Gypsum Dan Kapur Terhadap CBR Dan Permeabilitas Tanah Lempung," Jurnal Penelitian Teknik Sipil Konsolidasi, vol. 3, no. 1, pp. 26-33, 2025.

[9] E. Patang, P. Vitasari, and R. Myrtanti, "Analisis Pengendalian Bahan Baku Dengan Perhitungan Safety Stock Dan ROP Pada PT Tentrem Sejahtera Malang," Jurnal Valtech, vol. 8, no. 2, pp. 141-145, 2025.

[10] S. Prakoso et al., "Teknik Forecasting dalam Akuntansi dan Fungsinya pada Era Industri 5.0 SMK Talenta Bangsa," INVESTASI: Inovasi Jurnal Ekonomi Dan Akuntansi, vol. 3, no. 3, pp. 235-246, 2025.

[11] D. P. Putra, S. A. Siregar, S. R. Fadillah, and Z. K. Ningtyas, "Peramalan Penjualan Mobil Dengan Menerapkan Metode Single Moving Average Dan Single Exponential

ISSN: 2830-0408

Smoothing," Jurnal Pariwisata Bisnis Digital Dan Manajemen, vol. 3, no. 2, pp. 81-86, 2024.
[12] Q. S. Putri Wahyudiana, N. Nurjanah, D. Thorfiani, and A. Andriyanto, "Penerapan Metode Material Requirement Planning (MRP) dalam Pengendalian dan Perencanaan Persediaan Bahan Baku Semen Instan Variasi X pada PT XYZ," Go-Integratif: Jurnal Teknik Sistem Dan Industri, vol. 4, no. 2, pp. 99-115, 2023.
[13] A. Putu and N. M. Santiari, "Implementasi Metode Single Exponential Smoothing untuk Prediksi Penjualan pada Usaha Retail," Jurnal Teknologi Dan Bisnis Digital, vol. 4, no. 3, pp. 87-95, 2022.
[14] P. Rachman Hakim and H. Prastawa, "Forecasting Demand & Usulan Safety Stock Pasir Silika Dengan Metode Time Series Pada PT Solusi Bangun Indonesia Tbk. Pabrik Cilacap," Industrial Engineering Online Journal, vol. 11, no. 1, pp. 1-10, 2022.
[15] S. Rahmadani, S. Azkiya, and D. R. Dewi, "Analisis Perbandingan Metode Forecasting Dalam Memprediksi Permintaan Celana Salur ISTWEAR," Jurnal Aplikasi Bisnis, vol. 3, no. 4, pp. 797-811, 2026.
[16] D. Rehan, A. Supartono, D. P. Hardika, I. I. D. Putu, and A. Sastraguna, "Penerapan Metode Economic Order Quantity dalam Penentuan Safety Stock dan Reorder Point Bahan Baku pada CV Cakra Collection," Jurnal Rekayasa Sistem Industri, vol. 12, no. 1, pp. 45-56, 2026.
[17] P. R. Sagala, Y. Rumapea, and A. P. Silalahi, "Pengendalian Persediaan Gas dengan Metode Economic Order Quantity untuk Menentukan Safety Stock dan Reorder Point," METHOSISFO: Jurnal Ilmiah Sistem Informasi, vol. 3, no. 2, pp. 33-39, 2023.
[18] S. Satrio Wicaksono, "Analisis Peramalan dan Penentuan Safety Stock Serta Re-Order Point pada Industri Manufaktur," Kohesi: Jurnal Multidisiplin Saintek, vol. 11, no. 2, pp. 1-15, 2026.
[19] S. Christian and A. Y. Pratama, "Analisis Peramalan Kebutuhan Limestone Sebagai Bahan Baku Utama Semen Menggunakan Metode Time Series Pada PT XYZ," Waluyo Jatmiko Proceeding, vol. 18, no. 1, pp. 323-332, 2026.
[20] N. Yanasim, "Penentuan Safety Stock Bahan Baku Gypsum pada Proses Pembuatan Semen," Jurnal Rekayasa Sistem dan Industri (JENIUS), vol. 5, no. 1, pp. 204-212, 2024.
[21] W. Lailiyah and H. Syaifullah, "Pemodelan Peramalan Untuk Meningkatkan Efisiensi Penggunaan Thinner No. 17 Jotun di PT. XYZ," Jurnal Penelitian Teknologi Informasi Dan Sains, vol. 1, no. 4, pp. 150-164, 2023.