

Demand Forecasting Produk Teh Seduh Goalpara Menggunakan Double Exponential Smoothing Holt Berbasis Genetic Algorithm Pada Industri Hilir Teh (IHT) Panglejar PT Perkebunan Nusantara I Regional 2

Ekra Sanggala¹⁾, Rodiyah Delina²⁾, Amri Yanuar³⁾

¹⁾Program Studi D4 Logistik Bisnis, Universitas Logistik dan Bisnis Internasional

Email: ekrasanggala@mail.ru

²⁾ Program Studi D4 Logistik Bisnis, Universitas Logistik dan Bisnis Internasional

Email: rodiyahdelinaa@gmail.com

³⁾ Program Studi D4 Logistik Bisnis, Universitas Logistik dan Bisnis Internasional

Email: amri@ulbi.ac.id

Abstrak

Industri Hilir Teh (IHT) Panglejar PT Perkebunan Nusantara I Regional 2 menghadapi permasalahan ketidaksesuaian antara realisasi produksi dan penjualan aktual produk teh seduh Goalpara, dengan nilai RMSE sebesar 14.111 kg pada periode Januari 2025–Maret 2026. Penelitian ini menggunakan metode Double Exponential Smoothing Holt (DES Holt) untuk meramalkan penjualan aktual berdasarkan pola tren data historis, serta Genetic Algorithm (GA) sebagai pendekatan metaheuristik untuk mengoptimasi parameter alpha (α) dan beta (β) agar menghasilkan nilai RMSE terkecil. Penelitian ini bersifat kuantitatif deskriptif dengan data historis penjualan aktual sebagai input utama. Hasil optimasi menggunakan Genetic Algorithm yang diverifikasi dengan Excel Solver menghasilkan nilai parameter optimal $\alpha = 0,93$ dan $\beta = 0,18$ dengan RMSE sebesar 1.734 kg. Hasil peramalan menunjukkan tren penurunan permintaan dari 21.299 kg pada April 2026 menjadi 15.065 kg pada September 2026. Kombinasi metode DES Holt berbasis Genetic Algorithm terbukti menghasilkan peramalan yang lebih akurat dan dapat dijadikan dasar penyesuaian rencana produksi yang lebih responsif terhadap kondisi aktual pasar, sehingga potensi overstock maupun stockout dapat diminimalisir.

Kata Kunci: *Demand forecasting, Double exponential smoothing holt, Genetic algorithm, Perencanaan produksi*

1. PENDAHULUAN

Dalam era persaingan industri yang semakin kompetitif, perusahaan dituntut untuk mampu mengelola aktivitas operasional secara efektif dan efisien, khususnya dalam aspek perencanaan produksi. Perencanaan produksi memiliki peran strategis dalam menentukan keseimbangan antara kapasitas produksi dan kebutuhan pasar. Ketidaktepatan dalam perencanaan tidak hanya berdampak pada inefisiensi operasional, tetapi juga dapat menyebabkan meningkatnya biaya serta terganggunya aliran produk dalam sistem distribusi (Heizer et al., 2020).

Industri Hilir Teh (IHT) Panglejar merupakan unit usaha hilirisasi teh di bawah PT Perkebunan Nusantara I Regional 2 yang berperan dalam kegiatan produksi dan pengemasan produk teh siap konsumsi, salah satunya produk teh seduh merek Goalpara.

Dalam kegiatan produksinya, perusahaan menggunakan target produksi yang mengacu pada Rencana Kerja dan Anggaran Perusahaan (RKAP) sebagai dasar perencanaan produksi bulanan. Berdasarkan data realisasi produksi periode Januari 2025–Maret 2026, rata-rata produksi mencapai sekitar 36.090 kg per bulan. Namun, target yang ditetapkan tidak selalu sejalan dengan kondisi penjualan aktual sehingga terjadi penumpukan persediaan di gudang penyimpanan.

Perbedaan antara penjualan aktual dan realisasi produksi menyebabkan kondisi *overstock* yang berpotensi meningkatkan biaya penyimpanan, memperumit proses pengendalian persediaan, dan menurunkan efisiensi aktivitas pergudangan. Berdasarkan hasil perhitungan, deviasi antara realisasi produksi dan penjualan aktual menghasilkan nilai RMSE sebesar 14.111 kg. Nilai tersebut

menunjukkan bahwa perbedaan antara jumlah produk yang diproduksi dan jumlah yang terserap pasar masih sangat besar (IHT Panglejar, 2026).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa metode *Double Exponential Smoothing Holt* banyak digunakan untuk data berpola tren. Hukmah et al. (2023) memperoleh MAPE sebesar 0,59% pada peramalan produksi telur ayam. Pazira et al. (2024) memperoleh MAPE 3,96% pada DES *Holt* dalam peramalan produksi air bersih. Sriwindono & Putranto (2022) menggunakan *Genetic Algorithm* untuk mengoptimasi parameter metode *Holt-Winter* dan memperoleh MAPE sebesar 5,0571%. Penelitian ini berfokus pada penggunaan RMSE sebagai dasar untuk memperoleh parameter optimal dan mengevaluasi ketidaksesuaian antara produksi dan penjualan aktual pada produk teh seduh Goalpara.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengetahui nilai *alpha* dan *beta* optimal yang dihasilkan dari *Genetic Algorithm* serta hasil peramalan penjualan aktual produk teh seduh Goalpara menggunakan metode *Double Exponential Smoothing Holt*; dan (2) menganalisis nilai RMSE yang dihasilkan serta mengevaluasi hasil peramalan sebagai dasar penyesuaian produksi terhadap kondisi aktual penjualan.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Double Exponential Smoothing Holt

Metode *Holt* merupakan metode peramalan deret waktu yang digunakan untuk data yang memiliki pola tren. Metode ini mengembangkan pemulusan eksponensial dengan menambahkan komponen tren, sehingga hasil peramalan tidak hanya mempertimbangkan nilai level, tetapi juga arah perubahan data dari waktu ke waktu (Hyndman & Athanasopoulos, 2018). Metode *Holt* menggunakan dua parameter utama, yaitu *alpha* (α) untuk mengatur pemulusan nilai level dan *beta* (β) untuk mengatur pemulusan nilai tren, dengan nilai keduanya pada rentang 0 sampai 1.

Persamaan dalam Metode *Holt* adalah sebagai berikut:

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

$$T_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

$$F_{t+m} = S_t + T_t(m)$$

Di mana S_t adalah nilai level pada periode ke- t , X_t adalah nilai aktual pada periode ke- t , T_t adalah nilai tren pada periode ke- t , α adalah parameter pemulusan level, β adalah parameter pemulusan tren, F_{t+m} adalah hasil peramalan untuk periode ke- $t+m$, dan m adalah jumlah periode yang akan diramalkan.

2.2 Genetic Algorithm

Genetic Algorithm merupakan metode optimasi yang termasuk dalam pendekatan *Metaheuristik* dan terinspirasi dari proses evolusi alam. Metode ini bekerja dengan membentuk sekumpulan kandidat solusi yang disebut populasi, kemudian melakukan proses seleksi, *crossover*, dan mutasi untuk menghasilkan solusi yang lebih baik pada generasi berikutnya (Goldberg, 1989). Secara umum, proses dalam *Genetic Algorithm* terdiri dari: (1) membentuk populasi awal; (2) mengevaluasi kualitas setiap individu menggunakan fungsi *fitness*; (3) melakukan seleksi individu terbaik; (4) melakukan *crossover* untuk menghasilkan kombinasi solusi baru; (5) melakukan mutasi untuk menjaga variasi solusi; dan (6) mengulangi proses sampai kriteria penghentian terpenuhi.

2.3 Root Mean Square Error (RMSE)

Root Mean Square Error (RMSE) merupakan akar kuadrat dari *Mean Squared Error* dan digunakan untuk menunjukkan rata-rata tingkat kesalahan peramalan dalam satuan yang sama dengan data aktual. Nilai RMSE yang lebih kecil menunjukkan bahwa hasil peramalan semakin mendekati nilai aktual (Hyndman & Athanasopoulos, 2018). Rumus RMSE adalah:

$$RMSE = \sqrt{(\sum (X_t - F_t)^2 / n)}$$

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskriptif dengan pendekatan peramalan (*forecasting*). Data yang digunakan berupa data historis penjualan aktual, RKAP produksi, dan realisasi produksi produk teh seduh Goalpara di Industri Hilir Teh (IHT) Panglejar PT Perkebunan Nusantara I Regional 2 untuk periode Januari 2025–Maret 2026.

3.1 Pengumpulan Data

Data primer diperoleh melalui observasi langsung ke IHT Panglejar dan wawancara informal dengan pihak perusahaan. Data sekunder berupa data RKAP produksi, data realisasi produksi, dan data penjualan aktual produk teh seduh Goalpara diperoleh dari dokumen perusahaan. Data penjualan aktual digunakan sebagai indikator permintaan pasar karena menunjukkan jumlah produk yang terserap oleh pelanggan pada periode tertentu.

3.2 Rancangan Analisis

Tahapan analisis dalam penelitian ini mengacu pada Raihan dkk (2023): (1) menyusun data penjualan aktual sebagai data *time series*; (2) menginisialisasi parameter *Genetic Algorithm* (populasi: 6 individu, generasi: 2, probabilitas *crossover*: 0,5, probabilitas mutasi: 0,5, *survivor*: 2); (3) membangkitkan populasi awal kromosom berisi kombinasi nilai α dan β ; (4) menentukan nilai *fitness* setiap individu berdasarkan RMSE; (5) melakukan proses *crossover* dengan metode *two point crossover*; (6) melakukan mutasi; (7) melakukan seleksi individu; (8) iterasi hingga diperoleh α dan β optimal, dilanjutkan verifikasi menggunakan *Excel Solver*; (9) melakukan perhitungan peramalan menggunakan Metode DES *Holt*; (10) menghitung nilai RMSE; dan (11) mengevaluasi hasil forecasting terhadap RKAP dan realisasi produksi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Penjualan Aktual dan Realisasi Produksi

Data penjualan aktual produk teh seduh Goalpara periode Januari 2025–Maret 2026 beserta realisasi produksi disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Data Penjualan Aktual dan Realisasi Produksi Produk Teh Seduh Goalpara Periode Januari 2025–Maret 2026

No	Bulan	Penjualan Aktual	Realisasi Produksi	Deviasi	Deviasi2
1	Jan-25	42.709	44.840	-2.131	4.541.161
2	Feb-25	47.772	39.900	7.872	61.968.384
3	Mar-25	42.115	38.600	3.515	12.355.225
4	Apr-25	21.300	28.308	-7.008	49.112.064
5	May-25	36.987	43.648	-6.661	44.368.921
6	Jun-25	42.040	43.640	-1.600	2.560.000
7	Jul-25	23.663	55.120	-31.457	989.542.849
8	Aug-25	27.963	37.800	-9.837	96.766.569
9	Sep-25	49.563	37.800	11.763	138.368.169
10	Okt-25	26.264	37.800	-11.536	133.079.296
11	Nov-25	20.157	38.200	-18.043	325.549.849
12	Des-25	41.653	48.000	-6.347	40.284.409
13	Jan-26	40.403	13.800	26.603	707.719.609
14	Feb-26	9.558	23.700	-14.147	199.996.164
15	Mar-26	23.643	10.200	13.443	180.714.249
RMSE 14.111 kg					

Sumber: IHT Panglejar, Olahan Penulis, 2026

Pada Tabel 1, kolom Penjualan Aktual menunjukkan jumlah produk yang berhasil diserap pasar pada setiap periode, sedangkan kolom Realisasi Produksi menunjukkan jumlah produksi aktual perusahaan. Kedua data tersebut digunakan sebagai dasar perhitungan RMSE untuk mengukur tingkat kesesuaian antara produksi dan permintaan pasar.

Berdasarkan Tabel 1, penjualan aktual dan realisasi produksi produk teh seduh Goalpara belum menunjukkan kesesuaian yang stabil pada setiap periode. Beberapa periode menunjukkan realisasi produksi lebih besar dibandingkan penjualan aktual, yang mengakibatkan akumulasi persediaan di gudang dengan kapasitas maksimal sekitar 252 *Master Carton* atau setara 25.000 kg. Kondisi *overstock* ini mendorong perlunya pendekatan peramalan yang lebih akurat.

4.2 Pengembangan *Genetic Algorithm*

Genetic Algorithm digunakan untuk memperoleh nilai α dan β yang mendekati optimal pada metode DES Holt. Parameter yang digunakan dalam proses optimasi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Parameter *Genetic Algorithm*

Parameter	Nilai
<i>Crossover Probability</i>	0,5
<i>Mutation Probability</i>	0,5
<i>Generation</i>	2
<i>Individual</i>	6
<i>Survivor</i>	2

Sumber: Olahan Penulis, 2026

Parameter *Genetic Algorithm* yang digunakan terdiri atas *crossover probability* sebesar 0,5, *mutation probability* sebesar 0,5, jumlah populasi sebanyak 6 individu, jumlah generasi sebanyak 2, dan *survivor* sebanyak 2. Penentuan jumlah populasi dan generasi yang relatif kecil dilakukan sebagai tahap eksplorasi awal untuk memperoleh kandidat nilai α dan β yang mendekati optimum. Tahap ini berfungsi sebagai inisialisasi pencarian sebelum dilakukan penyempurnaan parameter menggunakan *Excel*

Solver, sehingga proses optimasi dapat dilakukan secara lebih efisien.

Berdasarkan parameter tersebut, proses *Genetic Algorithm* dimulai dengan membangkitkan 6 individu pada Generasi 0. Setiap individu direpresentasikan sebagai kromosom biner sepanjang 14 bit yang merepresentasikan kombinasi nilai α dan β . Nilai *fitness* setiap individu ditentukan berdasarkan nilai RMSE yang dihasilkan dari perhitungan DES Holt dengan parameter tersebut. Individu dengan RMSE terkecil memperoleh nilai *fitness* tertinggi dan dipilih sebagai parent untuk proses *crossover*.

Pada Generasi 0, individu Eka ($\alpha = 0,71$; $\beta = 0,72$; RMSE = 4.788,873) dan Aji ($\alpha = 0,55$; $\beta = 0,59$; RMSE = 5.901,748) terpilih sebagai kromosom terbaik. Selanjutnya, dilakukan proses *crossover* menggunakan metode *two point crossover* dan mutasi untuk menghasilkan individu baru. Proses tersebut berlangsung hingga Generasi 2 sehingga diperoleh kandidat nilai α dan β yang selanjutnya disempurnakan menggunakan *Excel Solver*. *Genetic Algorithm* berperan dalam memperoleh rentang parameter terbaik, sedangkan *Excel Solver* digunakan untuk melakukan optimasi lanjutan menggunakan metode *Evolutionary* sehingga diperoleh kombinasi parameter dengan tingkat presisi yang lebih tinggi.

4.3 Optimasi Parameter dengan *Excel Solver*

Setelah melalui proses *Genetic Algorithm*, dilakukan optimasi lebih lanjut menggunakan *Excel Solver* dengan metode *Evolutionary* sebanyak 10 kali perhitungan. Hasil optimasi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Optimasi *Alpha* dan *Beta* dari 10 Kali Perhitungan

Perhitungan	<i>Alpha</i> (α)	<i>Beta</i> (β)	RMSE (Kg)
1	0,93	0,18	1.734
2	0,96	0,16	1.785
3	0,95	0,12	1.955
4	0,95	0,17	1.759
5	0,91	0,19	1.768
6	0,92	0,16	1.791
7	0,93	0,18	1.734
8	0,93	0,18	1.734

Perhitungan	α	β	RMSE (Kg)
9	0,92	0,21	1.804
10	0,93	0,18	1.734
Optimal	0,93	0,18	1.734

Sumber: Olahan Penulis, 2026

Berdasarkan Tabel 3, nilai $\alpha = 0,93$ dan $\beta = 0,18$ menghasilkan RMSE terkecil sebesar 1.734 kg. Nilai α yang tinggi (0,93) menunjukkan bahwa model sangat responsif terhadap perubahan nilai aktual terbaru, sementara nilai β yang rendah (0,18) menunjukkan bahwa komponen tren mengalami pemulusan yang lebih halus terhadap perubahan tren data.

4.4 Hasil Peramalan dengan DES Holt

Dengan menggunakan parameter optimal $\alpha = 0,93$ dan $\beta = 0,18$, dilakukan perhitungan peramalan menggunakan metode DES Holt. Hasil peramalan untuk periode April 2026 hingga September 2026 disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Peramalan Permintaan Teh Seduh Goalpara

Bulan	Perkiraan Demand (Kg)
April 2026	21.299
Mei 2026	20.052
Juni 2026	18.805
Juli 2026	17.559
Agustus 2026	16.312
September 2026	15.065
RMSE	1.734 kg

Sumber: Olahan Penulis, 2026

Berdasarkan Tabel 4, hasil peramalan menunjukkan tren penurunan permintaan secara bertahap dari 21.299 kg pada April 2026 menjadi 15.065 kg pada September 2026, dengan penurunan rata-rata sekitar 1.247 kg per bulan. Nilai RMSE sebesar 1.734 kg jauh lebih kecil dibandingkan kondisi awal sebesar 14.111 kg, menunjukkan penurunan tingkat kesalahan peramalan sebesar 87,7%.

4.5 Evaluasi Hasil Forecasting

Kecenderungan penurunan permintaan mengindikasikan bahwa kebutuhan pasar terhadap produk teh seduh Goalpara pada periode mendatang diperkirakan lebih rendah dibandingkan periode sebelumnya. Jika perusahaan tetap mempertahankan jumlah produksi rata-rata 36.090 kg per bulan tanpa mempertimbangkan hasil peramalan, maka potensi *overstock* akan semakin besar. Sebagai contoh, pada April 2026 dengan perkiraan *demand* 21.299 kg, selisih antara produksi dan permintaan dapat mencapai sekitar 14.791 kg, jauh melebihi kapasitas gudang sebesar 25.000 kg.

Penggunaan hasil peramalan sebagai dasar penyesuaian produksi dapat membantu perusahaan menentukan jumlah produksi yang lebih terukur. Dengan memperhatikan tren penurunan yang diproyeksikan, perusahaan dapat melakukan penyesuaian RKAP produksi secara bertahap, sehingga risiko *overstock* maupun *stockout* dapat diminimalisir. Hasil ini sejalan dengan penelitian Hukmah et al. (2023) yang membuktikan efektivitas metode DES Holt pada data produksi berpola tren.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh beberapa simpulan sebagai berikut:

Pertama, pola permintaan produk teh seduh Goalpara menunjukkan adanya kecenderungan perubahan dari waktu ke waktu sehingga diperlukan metode peramalan yang dapat menyesuaikan dengan pola tren pada data historis. Penerapan *Genetic Algorithm* berhasil mengoptimasi nilai parameter $\alpha = 0,93$ dan $\beta = 0,18$ yang diverifikasi dengan *Excel Solver*, menghasilkan nilai RMSE sebesar 1.734 kg—jauh lebih kecil dibandingkan kondisi awal sebesar 14.111 kg.

Kedua, kombinasi metode *Double Exponential Smoothing Holt* berbasis *Genetic Algorithm* terbukti mampu menghasilkan model peramalan yang lebih akurat. Hasil peramalan menunjukkan tren penurunan permintaan dari 21.299 kg pada April 2026 menjadi 15.065 kg pada September 2026. Informasi ini

penting bagi IHT Panglejar untuk melakukan penyesuaian rencana produksi agar lebih selaras dengan kondisi aktual penjualan, sehingga potensi overstock maupun stockout dapat diminimalisir.

Selain itu, perusahaan disarankan melakukan penyesuaian jumlah produksi secara bertahap sesuai hasil forecasting serta melakukan evaluasi berkala terhadap tingkat utilisasi gudang yang memiliki kapasitas maksimal sekitar 25.000 kg. Langkah tersebut dapat membantu mencegah terjadinya overstock dan menjaga efisiensi penyimpanan produk di IHT Panglejar.

Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan periode data yang lebih panjang dan melakukan studi komparatif dengan metode lain seperti ARIMA, *Triple Exponential Smoothing*, atau pendekatan berbasis *machine learning*. Selain itu, memasukkan faktor-faktor eksternal yang memengaruhi permintaan, seperti musim, promosi, dan kondisi ekonomi, dapat meningkatkan akurasi model peramalan.

6. REFERENSI

- Chopra, S., & Meindl, P. (2016). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation* (6th ed.). Pearson.
- Goldberg, D. E. (1989). *Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning*. Addison-Wesley.
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2020). *Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management* (13th ed.). Pearson.
- Hukmah, M., Dewi, L. K., & Fadillah, R. (2023). Peramalan Produksi Telur Ayam Menggunakan Metode Holt Double Exponential Smoothing. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi dan Sains*, 5(1), 1–10.
- Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting: Principles and Practice* (2nd ed.). OTexts.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & McGee, V. E. (1984). *Forecasting: Methods and Applications* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Mitchell, M. (1999). *An Introduction to Genetic Algorithms*. MIT Press.
- Pazira, A., Dewi, S., & Kusuma, R. (2024). Perbandingan Peramalan Jumlah Produksi Air Bersih PT. Air Minum Giri Menang. *Jurnal Teknik Industri*, 12(2), 45–58.
- Silver, E. A., Pyke, D. F., & Thomas, D. J. (2016). *Inventory and Production Management in Supply Chains* (4th ed.). CRC Press.
- Sriwindono, H., & Putranto, H. A. (2022). Optimisasi Parameter Metode Holt-Winter untuk Peramalan Permintaan Sayuran Brokoli. *Jurnal Teknik Informatika*, 15(1), 23–33.
- Stevenson, W. J. (2018). *Operations Management* (13th ed.). McGraw-Hill Education.
- Raihan, S., Sanggala, E., & Bisma, M. A. (2023). Peramalan Kebutuhan Footwear di PT XYZ Osl Idn Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing Holt dengan Genetic Algorithm (One Point Crossover & One Point Mutation) Sebagai Parameter Nilai Alpha dan Beta. vol, 7, 27897-27907.