

PENGOPTIMUMAN PERSEDIAAN PRODUK BERKUALITAS TIDAK SEMPURNA DAN MUDAH RUSAK DALAM RANTAI PASOK HIJAU TIGA-ESELON

HANA NADIFA ZAHEER



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pengoptimuman Persediaan Produk Berkualitas Tidak Sempurna dan Mudah Rusak dalam Rantai Pasok Hijau Tiga-Eselon” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2026

Hana Nadifa Zaheer
NIM G5401221077



ABSTRAK

HANA NADIFA ZAHEER. Pengoptimuman Persediaan Produk Berkualitas Tidak Sempurna dan Mudah Rusak dalam Rantai Pasok Hijau Tiga-Eselon. Dibimbing oleh FARIDA HANUM dan PRAPTO TRI SUPRIYO.

Pengelolaan persediaan pada rantai pasok hijau menjadi kompleks ketika produk berkualitas tidak sempurna, produk mudah rusak, serta emisi karbon harus dipertimbangkan secara simultan. Penelitian ini bertujuan memformulasikan kembali model optimasi persediaan rantai pasok hijau tiga-eselon dengan mempertimbangkan produk berkualitas tidak sempurna, produk mudah rusak, dan emisi karbon dalam fungsi total biaya. Variabel keputusan dalam model meliputi frekuensi pengiriman dari distributor kepada pembeli dan panjang siklus persediaan pembeli. Penyelesaian model dilakukan menggunakan pembuktian konveksitas, optimasi numerik, dan analisis sensitivitas. Hasil implementasi menunjukkan bahwa solusi optimal diperoleh pada frekuensi pengiriman dua kali dalam satu siklus persediaan distributor dan panjang siklus persediaan pembeli sebesar 0,074 tahun. Analisis sensitivitas menunjukkan bahwa parameter permintaan dan biaya produksi merupakan parameter yang paling berpengaruh terhadap total biaya rantai pasok. Model ini dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam menentukan kebijakan persediaan yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

Kata kunci: emisi karbon, model persediaan, optimasi biaya, produk mudah rusak, rantai pasok hijau

ABSTRACT

HANA NADIFA ZAHEER. Optimizing Inventory of Imperfect Quality and Deteriorating Items in a Three-Echelon Green Supply Chain. Supervised by FARIDA HANUM and PRAPTO TRI SUPRIYO.

Inventory management in green supply chains becomes increasingly complex when imperfect quality products, perishable products, and carbon emissions must be taken into account simultaneously. This study aims to reformulate an inventory optimization model for a three-echelon green supply chain by considering imperfect quality items, deteriorating items, and carbon emissions within the total cost function. The decision variables in the model include the shipment frequency from the distributor to the buyer and the buyer's inventory cycle length. The model was analyzed using convexity analysis, numerical optimization, and sensitivity analysis. The implementation results show that the optimal solution is obtained with a shipment frequency of two times within one distributor inventory cycle and a buyer inventory cycle length of 0.074 years. Sensitivity analysis indicates that demand and production cost parameters are the most influential parameters affecting the total supply chain cost. This model can be used as a basis for manager decision making in developing efficient and environmentally sustainable inventory policies.

Keywords: carbon emissions, cost optimization, green supply chain, inventory model, deteriorating items



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

PENGOPTIMUMAN PERSEDIAAN PRODUK BERKUALITAS TIDAK SEMPURNA DAN MUDAH RUSAK DALAM RANTAI PASOK HIJAU TIGA-ESELON

HANA NADIFA ZAHEER

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Matematika pada
Program Studi Matematika

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
Prof. Dr. Toni Bakhtiar, S.Si., M.Sc.



Judul Skripsi : Pengoptimuman Persediaan Produk Berkualitas Tidak Sempurna dan Mudah Rusak dalam Rantai Pasok Hijau Tiga-Eselon

Nama : Hana Nadifa Zaheer

NIM : G5401221077

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dra. Farida Hanum, M.Si.

Pembimbing 2:

Drs. Prapto Tri Supriyo, M.Kom.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi Matematika:

Dr. Donny Citra Lesmana, S.Si., M.Fin.Math.

NIP 197902272005011001

Tanggal Ujian: 21 Juli 2026

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Oktober 2025 sampai bulan Juni 2026 ini ialah Riset Operasi, dengan judul “Pengoptimuman Persediaan Produk Berkualitas Tidak Sempurna dan Mudah Rusak dalam Rantai Pasok Hijau Tiga-Eselon”. Proses penyusunan karya ilmiah ini tidak lepas dari bantuan banyak pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu, ayah, kakak, dan adik penulis atas seluruh doa, dukungan, dan kasih sayangnya selama penulis menempuh perkuliahan di IPB;
2. Dra. Farida Hanum, M.Si. dan Drs. Prapto Tri Supriyo, M.Kom., selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah banyak memberikan ilmu, arahan, saran, dan motivasi;
3. Prof. Dr. Toni Bakhtiar, S.Si., M.Sc. selaku dosen penguji tugas akhir yang telah meluangkan waktunya dalam memberi saran dan masukan untuk perbaikan karya ilmiah ini;
4. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan Program Studi Matematika yang telah memberikan ilmu serta arahan pada penulis selama menempuh pendidikan di S-1 Matematika;
5. orang-orang terdekat penulis Adinda Rachmalia, Najwaa Alifya, Risma Rustanti, Nadhira Maulida, Arnida Riani, Alfadhiyya Cheryl, Miran Sujana, Muhammad Alief, Aurelia Shafa, Aulia Yasmin, dan Khairunnisa Tsabita yang telah kebersamai serta membantu penulis selama berkuliah di IPB;
6. teman-teman dekat penulis Nanda dan Yasmin yang senantiasa memberikan semangat dan motivasi kepada penulis tak terbatas;
7. Aufa dan Ferdy yang telah membantu penulis dalam memahami mata kuliah selama di Program Studi Matematika;
8. Keluarga besar Matematika 59 dan Sobat Gumul yang turut kebersamai penulis selama perjalanan perkuliahan.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2026

Hana Nadifa Zaheer

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>Supply Chain Management</i>	4
2.2 Persamaan Diferensial Linear Orde-1	5
2.3 Nilai Rata-Rata Fungsi, Fungsi Konveks, dan Deret Geometri	6
2.4 Model Persediaan	7
III DESKRIPSI DAN FORMULASI MASALAH	11
3.1 Deskripsi Masalah	11
3.2 Formulasi Masalah	12
3.3 Model Matematika	15
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Implementasi	23
4.2 Analisis Sensitivitas	27
V SIMPULAN DAN SARAN	30
5.1 Simpulan	30
5.2 Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN	34



DAFTAR TABEL

1	Nilai parameter lengkap	23
2	Hasil implementasi	25
3	Biaya dan emisi pada saat kondisi optimal	25
4	Hasil implementasi tanpa mempertimbangkan faktor emisi	26
5	Uji konveksitas pada domain sekitar solusi optimal	27
6	Analisis sensitivitas nilai parameter terhadap T_b^* , Q_1^* , Q_2^* , dan $TC^*(n, T_b)$	27

DAFTAR GAMBAR

1	Fungsi $I(t)$ pada model EOQ dasar	8
2	Grafik fungsi persediaan pihak pembeli	15
3	Grafik fungsi persediaan pihak distributor	17
4	Grafik fungsi persediaan pihak produsen	20

DAFTAR LAMPIRAN

1	Solusi persamaan diferensial tingkat rata-rata persediaan pembeli	35
2	Langkah pengintegralan biaya penyimpanan pihak pembeli	35
3	Solusi persamaan diferensial tingkat rata-rata persediaan distributor	36
4	Penyederhanaan aljabar pada Persamaan (14)	37
5	Langkah pengintegralan biaya penyimpanan pihak distributor	37
6	Solusi persamaan diferensial rata-rata persediaan pihak produsen	38
7	Langkah pengintegralan biaya penyimpanan pihak produsen	39
8	Mencari persamaan parameter T_p	39
9	Uji konveksitas dan hasil optimasi	40