

SKRIPSI

**MODEL-MODEL PERSEDIAAN YANG
MEMPERTIMBANGKAN FAKTOR DISKON DAN EMISI
KARBON DENGAN KENDALA KAPASITAS GUDANG DAN
MODAL**



TIARA ALAMANDA

NPM: 6161901116

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2023**

FINAL PROJECT

**INVENTORY MODELS CONSIDERING DISCOUNT FACTORS
AND CARBON EMISSIONS WITH WAREHOUSE CAPACITY
AND CAPITAL CONSTRAINTS**



TIARA ALAMANDA

NPM: 6161901116

**DEPARTMENT OF MATHEMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

MODEL-MODEL PERSEDIAAN YANG MEMPERTIMBANGKAN FAKTOR DISKON DAN EMISI KARBON DENGAN KENDALA KAPASITAS GUDANG DAN MODAL

Tiara Alamanda

NPM: 6161901116

Bandung, 16 Agustus 2023

Menyetujui,

Pembimbing 1



Prof. Dr. Dharma Lesmono

Pembimbing 2



Jonathan Hoseana, Ph.D.

Ketua Penguji



Benny Yong, Ph.D.

Anggota Penguji



Rizky Beza Fauzi, D.Phil.Math.

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Dr. Livia Owen

PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

MODEL-MODEL PERSEDIAAN YANG MEMPERTIMBANGKAN FAKTOR DISKON DAN EMISI KARBON DENGAN KENDALA KAPASITAS GUDANG DAN MODAL

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,
16 Agustus 2023



Tiara Alamanda
NPM: 6161901116

ABSTRAK

Persediaan dan kualitas barang merupakan faktor-faktor penting yang menentukan keberlangsungan suatu perusahaan. Perusahaan perlu membuat strategi pengelolaan persediaan dengan memperhatikan kualitas barang serta pertimbangan konsumen terhadap harga barang. Penawaran diskon harga barang oleh perusahaan pemasok dengan tipe tertentu dapat memengaruhi banyaknya barang yang dipesan oleh konsumen, sehingga konsumen perlu mencari banyaknya barang optimal yang perlu dipesan agar meminimumkan pengeluaran biaya. Selain itu, pelaku industri saat ini juga perlu memperhatikan pemeliharaan lingkungan, sehingga perlu dilakukan penghitungan dan pengoptimalan besar emisi karbon yang dihasilkan dari proses industri tersebut. Pada skripsi ini, akan dikonstruksi sebuah model persediaan *economic order quantity* (EOQ) dengan mempertimbangkan faktor *quantity discount* dan besar emisi karbon. Contoh numerik diberikan untuk mengilustrasikan bagaimana model ini dapat diterapkan dalam praktik. Analisis sensitivitas dilakukan untuk melihat pengaruh perubahan nilai-nilai parameter dalam model tersebut terhadap biaya total dan besar emisi karbon, di mana dapat disimpulkan bahwa persentase biaya penyimpanan per satuan waktu sangat berpengaruh terhadap perubahan biaya total, serta banyaknya konsumsi bahan bakar saat kendaraan kosong sangat berpengaruh terhadap produksi emisi karbon yang dikeluarkan oleh perusahaan.

Kata-kata kunci: Model Persediaan; Model EOQ; diskon kuantitas; emisi karbon; kapasitas gudang; kendala modal.

ABSTRACT

Inventory and quality of goods are important factors that determine the sustainability of a company. Companies need to devise strategies for inventory management and quality of goods as well as consumer considerations for the price of goods. Offering a discount on the price of goods by companies of a certain type could affect the quantity of goods ordered by consumers, so consumers need to find the optimal number of goods to be ordered to minimize costs. Currently, industry players also need to pay attention to environmental protection, so that it is necessary to calculate and optimize the amount of carbon emissions produced from these industrial processes. In this thesis, we construct an EOQ inventory model which incorporates quantity discount factor and the amount of carbon emissions. We provide numerical examples to illustrate how this model can be applied in practice. We carry out a sensitivity analysis tests to examine the effect of changes in parameter values on the total cost and amount of carbon emissions, where it can be concluded that the percentage of storage costs per period greatly influences changes in total costs, and the amount of fuel consumption when the vehicle is empty greatly influences the production of carbon emissions.

Keywords: Inventory; EOQ Model; Quantity Discount; Carbon Emissions; Warehouse Capacity; Capital Constraints.

“Jangan berduka, segala yang hilang darimu akan kembali dalam bentuk yang lain.” - Maulana Jalaluddin Rumi



KATA PENGANTAR

Dalam kerendahan hati, segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa karena atas segala berkat, rahmat, karunia, dan pertolongan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Model-Model Persediaan yang Mempertimbangkan Faktor Diskon dan Emisi Karbon dengan Kendala Kapasitas Gudang dan Modal”**. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi syarat untuk menyelesaikan studi Strata-1, Program Studi Matematika, Fakultas Teknologi Informasi dan Sains, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Tidak dapat disangkal bahwa diperlukan usaha yang keras dalam proses penyelesaian pengerjaan skripsi ini, dan penulis menyadari terdapat banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak dalam proses penyelesaiannya. Maka dari itu, sudah sepantasnya penulis dengan penuh hormat dari hati yang terdalam mengucapkan terima kasih kepada:

- Ibu yang selalu memberikan kasih, doa, dukungan, motivasi, nasihat, dan pengertian sepanjang masa. Terima kasih telah mengajarkan arti berproses, percaya, sabar, dan yakin atas kemampuan dalam menghadapi lika-liku kehidupan yang rumit. Didikan mengenai menarik dan mengulur layangan yang selalu di tanamkan kepada penulis menjadi pegangan penulis dalam menjalani hidup. Segala kesuksesan yang penulis raih sampai saat ini adalah berkat doa dan *ridho* Ibu.
- Bapak, Tung, dan Tik yang telah mendoakan, mendukung, memberikan motivasi, dan nasihat baik secara moral maupun material kepada penulis. Banyak pelajaran hidup yang penulis dapatkan dari kalian selama ini. Terima kasih telah mengenalkan proses untuk menemukan jawaban kehidupan dari seluruh bait dalam lagu *“Qué será, será”* dan prinsip ajaran dari *“Seven Advices of Mevlana Rumi”*. Semoga Tuhan selalu memberikan berkat, rahmat, dan membimbing semuanya agar menjadi pribadi teladan yang dicintai Tuhan.
- Keluarga besar penulis yang tidak dapat disebutkan satu per satu. Terima kasih atas semua yang telah diberikan, sehingga penulis bisa menjalani kehidupan dengan baik, khususnya pada saat proses penulisan skripsi.
- Bapak Prof. Dr. J. Dharma Lesmono dan Bapak Jonathan Hoseana, Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah berkenan memberikan waktu, arahan, tenaga, ilmu, dan pengetahuan dalam mendampingi dan membimbing penulis dengan penuh kesabaran selama proses penyelesaian skripsi. Terima kasih atas jasa bapak-bapak dosen pembimbing sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dan mencapai gelar sarjana.
- Bapak Benny Yong, Ph.D dan Bapak Rizky Reza Fauzi, D.Phil.Math. selaku dosen penguji yang memastikan bahwa penulis mengerti seluruh isi skripsi ini. Terima kasih atas ilmu, panduan, dan saran yang telah diberikan untuk menyempurnakan skripsi ini.
- Bapak Dr. Daniel Salim selaku dosen koordinator skripsi. Terima kasih atas arahan, informasi, dan waktu yang telah diberikan dalam proses penulisan skripsi ini.
- Ibu Felivia Kusnadi, M.Act.Sc. selaku dosen wali. Terima kasih atas ilmu, panduan, dan nasihat yang telah diberikan kepada penulis selama perkuliahan.
- Dosen dan staf Tata Usaha FTIS yang tidak dapat disebutkan satu per satu. Terima kasih atas ilmu, waktu, dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis selama perkuliahan.
- Angie, JMK, Gabrielle, Vidya, Renata, Bella, Dimas, Frederica sebagai teman dan sahabat sejak SMP dan SMA yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan arahan selama ini. Jika kita tua nanti telah hidup masing-masing, semoga kita tetap mengingat hari-hari ini.

- Teman seperjuangan di kala suka dan duka selama masa perkuliahan, Claresta, Tania, Nadya, Monika, dan Vanessa yang selalu menemani dan mewarnai hari-hari penulis dengan canda tawa, dan memberikan dukungan selama proses penyelesaian skripsi ini.
- Bilqis, Syawqi, Joice, Lila, Femilia, Anton, dan Aspira selaku teman terdekat penulis yang selalu membantu dan menemani penulis, sehingga kegiatan perkuliahan penulis dapat dilalui dengan berkesan.
- EXO, SEVENTEEN, TREASURE, dan Tulus selaku grup *idol K-pop* dan penyanyi Indonesia yang telah memberikan hiburan serta motivasi melalui karya nya selama perkuliahan dan pengerjaan skripsi ini.
- Semua pihak yang tidak dapat diucapkan satu per satu. Terima kasih telah mendukung penulisan dalam penyelesaian skripsi ini. Terima kasih pula atas momen dan cerita yang selama ini telah di buat selama masa perkuliahan.
- Terakhir, terima kasih untuk diri sendiri, karena telah mampu berusaha keras dan berjuang sejauh ini. Mampu mengendalikan diri dari berbagai tekanan dari luar dan tak pernah memutuskan menyerah sesulit apapun cobaan yang diberikan. Proses dan usaha atas penyelesaian penyusunan skripsi ini dengan semaksimal mungkin, merupakan pencapaian yang patut dibanggakan untuk diri sendiri.

Penulis menyadari skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis menerima saran dan kritik yang dapat membangun skripsi ini menjadi lebih baik. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandung, 16 Agustus 2023

Penulis

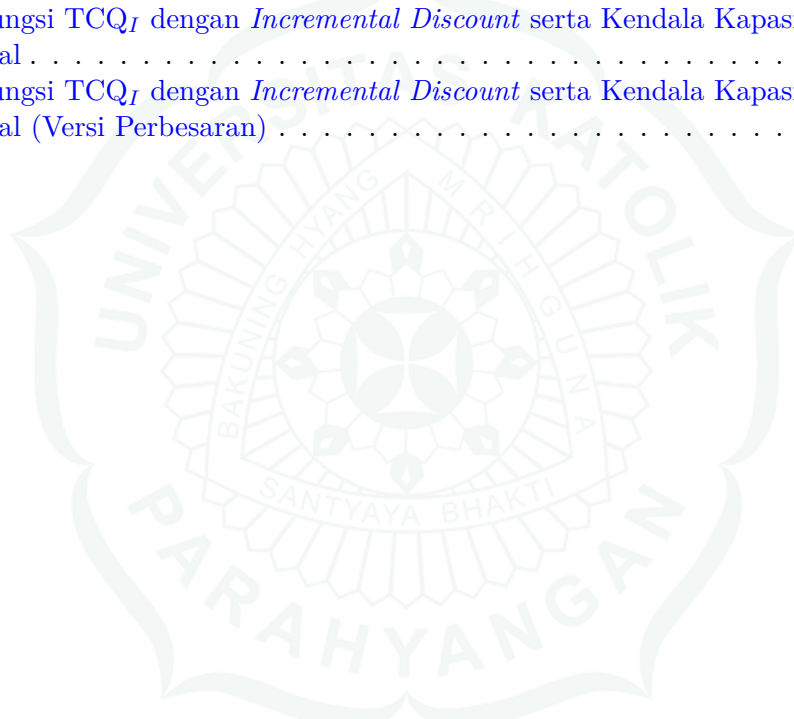
DAFTAR ISI

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| KATA PENGANTAR | viii |
| DAFTAR ISI | x |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| DAFTAR NOTASI | xv |
| 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan | 2 |
| 1.4 <i>State of the Art</i> | 2 |
| 1.5 Sistematika Pembahasan | 3 |
| 2 LANDASAN TEORI | 4 |
| 2.1 Model Persediaan EOQ (<i>Economic Order Quantity</i>) | 4 |
| 2.1.1 Asumsi dalam Model Persediaan EOQ | 5 |
| 2.1.2 Komponen Biaya dalam Model Persediaan EOQ | 5 |
| 2.1.3 Formulasi Biaya Total dalam Model Persediaan EOQ | 6 |
| 2.2 Diskon Kuantitas (<i>Quantity Discount</i>) | 7 |
| 2.2.1 Diskon untuk Seluruh Unit Barang (<i>All-unit Discount</i>) | 7 |
| 2.2.2 Diskon Unit Barang secara Bertahap (<i>Incremental Discount</i>) | 8 |
| 2.3 Emisi Karbon dan Pajak Karbon | 10 |
| 2.3.1 Emisi Karbon | 10 |
| 2.3.2 Pajak Karbon | 11 |
| 3 PENGEMBANGAN MODEL | 13 |
| 3.1 Asumsi | 13 |
| 3.2 Konstruksi Model EOQ dengan <i>All-unit Discount</i> dan Emisi Karbon | 14 |
| 3.2.1 Komponen Biaya dalam Model EOQ dengan <i>All-unit Discount</i> dan Emisi Karbon | 14 |
| 3.2.2 Formulasi Biaya Total dan Besar Emisi Karbon dalam Model EOQ dengan <i>All-unit Discount</i> | 15 |
| 3.3 Konstruksi Model EOQ (<i>Economic Order Quantity</i>) dengan <i>Incremental Discount</i> dan Emisi Karbon | 17 |
| 3.3.1 Komponen Biaya dalam Model EOQ dengan <i>Incremental Discount</i> dan Emisi Karbon | 17 |
| 3.3.2 Formulasi Biaya Total dan Nilai Emisi Karbon dalam Model EOQ dengan <i>Incremental Discount</i> | 18 |

| | | |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.4 | Konstruksi Model EOQ dengan <i>Incremental Discount</i> , Emisi Karbon, Kendala Kapasitas Gudang, dan Kendala Modal | 19 |
| 4 | SIMULASI NUMERIK | 21 |
| 4.1 | Algoritma Proses Simulasi dari Model EOQ dengan <i>Discount</i> , Emisi Karbon, Kendala Kapasitas Gudang, dan Kendala Modal | 21 |
| 4.2 | Simulasi dari Model EOQ dengan <i>All-unit Discount</i> dan Emisi Karbon | 22 |
| 4.2.1 | Simulasi Numerik dari Model EOQ dengan <i>All-unit Discount</i> dan Emisi Karbon | 22 |
| 4.2.2 | Perbandingan Simulasi Numerik Model EOQ dengan <i>All-unit Discount</i> dan Emisi Karbon pada subbab 4.2.1 dengan Model EOQ Sederhana pada subbab 2.1.3 | 24 |
| 4.3 | Simulasi dari Model EOQ dengan <i>Incremental Discount</i> dan Emisi Karbon | 25 |
| 4.3.1 | Simulasi Numerik dari Model EOQ dengan <i>Incremental Discount</i> dan Emisi Karbon | 25 |
| 4.3.2 | Perbandingan Simulasi Numerik Model EOQ dengan <i>Incremental Discount</i> dan Emisi Karbon pada subbab 4.3.1 dengan Simulasi Numerik Model EOQ dengan <i>All-unit Discount</i> dan Emisi Karbon pada subbab 4.2.1 | 27 |
| 4.4 | Simulasi dari Model EOQ dengan <i>Incremental Discount</i> dan Emisi Karbon dengan Kendala Kapasitas Gudang dan Modal | 28 |
| 4.4.1 | Simulasi Numerik dari Model EOQ dengan <i>Incremental Discount</i> , Emisi Karbon, Kendala Kapasitas Gudang dan Modal | 28 |
| 5 | ANALISIS SENSITIVITAS | 33 |
| 5.1 | Analisis Sensitivitas pada Model EOQ dengan <i>All-unit Discount</i> dan Emisi Karbon | 33 |
| 5.1.1 | Sensitivitas terhadap Perubahan Biaya Pemesanan (S) | 33 |
| 5.1.2 | Sensitivitas terhadap Perubahan Parameter Penyimpanan (T_x dan h) | 34 |
| 5.1.3 | Sensitivitas terhadap Perubahan Parameter Transportasi (d , c_1 , dan t_v) | 36 |
| 6 | KESIMPULAN DAN SARAN | 38 |
| 6.1 | Kesimpulan | 38 |
| 6.2 | Saran | 38 |
| | DAFTAR REFERENSI | 40 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1 | Grafik Besar Persediaan $Q(t)$ terhadap Waktu t Menurut Model Persediaan EOQ Sederhana [1, hlm. 93] | 4 |
| 2.2 | Grafik Harga per Unit Barang P_i pada Rentang ke- i Terhadap Banyaknya Barang yang Dipesan Q dengan <i>Incremental Discount</i> [2, hlm. 33] | 9 |
| 4.1 | Grafik-grafik Fungsi $TCQ_{I,i}$ dengan <i>Incremental Discount</i> | 29 |
| 4.2 | Grafik Fungsi TCQ_I dengan <i>Incremental Discount</i> | 29 |
| 4.3 | Grafik Fungsi TCQ_I dengan <i>Incremental Discount</i> serta Kendala Kapasitas Gudang dan Modal | 31 |
| 4.4 | Grafik Fungsi TCQ_I dengan <i>Incremental Discount</i> serta Kendala Kapasitas Gudang dan Modal (Versi Perbesaran) | 31 |



DAFTAR TABEL

| | | |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1 | Nilai-nilai Parameter | 22 |
| 4.2 | Pemecahan Harga untuk <i>All-unit Discount</i> | 23 |
| 4.3 | Nilai-nilai $Q_{A,i}^*$ dari <i>All-unit Discount</i> | 23 |
| 4.4 | Nilai-nilai $Q_{A,i}^*$ yang Diterima untuk <i>All-unit Discount</i> | 23 |
| 4.5 | Biaya Total ($TCQ_{A,i}$) dengan <i>All-unit Discount</i> | 24 |
| 4.6 | Total Produksi Emisi Karbon ($TEQ_{A,i}$) dengan <i>All-unit Discount</i> | 24 |
| 4.7 | Perbandingan Biaya Total Sederhana (TCQ_i) dan Biaya Total ($TCQ_{A,i}$) dengan <i>All-unit Discount</i> dan Emisi Karbon | 25 |
| 4.8 | Pemecahan Harga untuk <i>Incremental Discount</i> | 26 |
| 4.9 | Nilai-nilai $Q_{I,i}^*$ dan Biaya Pembelian Tambahan (k_i) dari <i>Incremental Discount</i> | 26 |
| 4.10 | Nilai-nilai $Q_{I,i}^*$ yang Diterima untuk <i>Incremental Discount</i> | 26 |
| 4.11 | Biaya Total ($TCQ_{I,i}$) dengan <i>Incremental Discount</i> | 27 |
| 4.12 | Total Produksi Emisi Karbon ($TEQ_{I,i}$) dengan <i>Incremental Discount</i> | 27 |
| 4.13 | Perbandingan Biaya Total dengan <i>All-unit Discount</i> ($TCQ_{A,i}$) dan Biaya Total ($TCQ_{I,i}$) dengan <i>Incremental Discount</i> Mempertimbangkan Emisi Karbon | 28 |
| 4.14 | Nilai-nilai $Q_{I,i}^*$ dan Biaya Pembelian Tambahan (k_i) dari <i>Incremental Discount</i> | 29 |
| 4.15 | Nilai-nilai Parameter $g, G,$ dan M | 30 |
| 4.16 | Pemilihan Nilai Q_i^* untuk setiap Kasus Pemecahan Harga dengan <i>Incremental Discount</i> dan Emisi Karbon dengan Kendala Kapasitas Gudang dan Modal | 30 |
| 4.17 | Biaya Total (TCQ_i) dengan <i>Incremental Discount</i> dan Emisi Karbon, dengan Kendala Kapasitas Gudang dan Modal | 32 |
| 5.1 | Nilai-nilai TCQ_i dan TEQ_i untuk Beberapa Nilai S | 34 |
| 5.2 | Nilai $S_a^{TCQ_i}$ untuk setiap Parameter $a \in \{T_x, h\}$ | 34 |
| 5.3 | Nilai $S_a^{TEQ_i}$ untuk setiap Parameter $a \in \{T_x, h\}$ | 34 |
| 5.4 | Nilai-nilai TCQ_i dan TEQ_i untuk Beberapa Nilai T_x | 35 |
| 5.5 | Nilai-nilai TCQ_i dan TEQ_i untuk Beberapa Nilai h | 35 |
| 5.6 | Nilai $S_b^{TCQ_i}$ untuk setiap Parameter $b \in \{d, c_1, t_v\}$ | 36 |
| 5.7 | Nilai $S_b^{TEQ_i}$ untuk setiap Parameter $b \in \{d, c_1, t_v\}$ | 36 |
| 5.8 | Nilai-nilai TCQ_i dan TEQ_i untuk Beberapa Nilai d | 37 |
| 5.9 | Nilai-nilai TCQ_i dan TEQ_i untuk Beberapa Nilai c_1 | 37 |
| 5.10 | Nilai-nilai TCQ_i dan TEQ_i untuk Beberapa Nilai t_v | 37 |

DAFTAR NOTASI

| | |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C_o | biaya pemesanan total untuk satu waktu yang direncanakan (Rp) |
| C_p | biaya pembelian total untuk satu waktu yang direncanakan (Rp) |
| C_{sCE} | biaya penyimpanan total untuk satu waktu yang direncanakan yang memperhitungkan emisi karbon (Rp) |
| C_s | biaya penyimpanan total untuk satu waktu yang direncanakan (Rp) |
| C_{tCE} | biaya transportasi total untuk satu waktu yang direncanakan yang memperhitungkan emisi karbon (Rp) |
| C_t | biaya transportasi total untuk satu waktu yang direncanakan (Rp) |
| D | banyaknya permintaan barang per satuan waktu (unit/periode) |
| E_e | nilai emisi karbon dari gas karbon dioksida ekuivalen (CO ₂ e) yang dihasilkan dari suatu proses produksi (ton CO ₂ /kWh) |
| E_s | besar produksi emisi karbon dari proses penyimpanan untuk satu waktu yang direncanakan (ton CO ₂) |
| E_t | besar produksi emisi karbon dari proses transportasi untuk satu waktu yang direncanakan (ton CO ₂) |
| F_e | nilai standar emisi dari bahan bakar (ton CO ₂ /liter) |
| G | total volume kapasitas penyimpanan gudang (m ³) |
| H | biaya penyimpanan per unit barang untuk satu waktu yang direncanakan, di mana $H = h \cdot P$ (Rp) |
| I_i | total harga untuk pembelian Q unit barang setelah penambahan karena <i>incremental discount</i> sesuai dengan batas pemecahan harga q_i (Rp) |
| M | dana yang tersedia untuk pembelian barang (Rp) |
| P | harga per unit barang (Rp/unit) |
| P_i | harga per unit barang pada rentang kuantitas ke- i sesuai aturan pemecahan harga (Rp/unit) |
| Q | banyaknya barang yang dipesan (unit) |
| Q^* | banyaknya barang optimal yang perlu dipesan (unit) |
| Q_i^* | banyaknya barang optimal yang perlu dipesan pada rentang kuantitas ke- i sesuai aturan pemecahan harga (unit) |
| $Q_{A,i}^*$ | banyaknya barang optimal dengan faktor A (<i>all-unit discount</i>) yang perlu dipesan pada rentang kuantitas ke- i sesuai aturan pemecahan harga (unit) |
| Q_G^* | banyaknya barang optimal dengan faktor G (batasan kapasitas gudang) yang perlu dipesan (unit) |
| $Q_{I,i}^*$ | banyaknya barang optimal dengan faktor I (<i>incremental discount</i>) yang perlu dipesan pada rentang kuantitas ke- i sesuai aturan pemecahan harga (unit) |
| $Q_{M,i}^*$ | banyaknya barang optimal dengan faktor M (batasan kendala modal) yang perlu dipesan pada rentang kuantitas ke- i sesuai aturan pemecahan harga (unit) |
| Q_i | banyaknya barang yang dipesan pada rentang kuantitas ke- i sesuai aturan pemecahan harga (unit) |
| S | biaya pemesanan untuk setiap kali pengajuan pemesanan (Rp) |
| T_x | biaya atau pajak produksi emisi karbon (Rp/ton CO ₂) |
| c_1 | banyaknya konsumsi bahan bakar per 100 km saat kendaraan kosong (liter/km) |
| c_2 | banyaknya tambahan konsumsi bahan bakar per 100 km untuk setiap unit beban barang |

| | |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | yang dimuat dalam proses transportasi barang (liter/km ton) |
| d | jarak tempuh dari pemasok (km) |
| e_1 | biaya dari produksi emisi karbon kendaraan, dengan $e_1 = c_1 \cdot F_e \cdot T_x$ (Rp/km) |
| e_2 | biaya tambahan produksi emisi karbon untuk setiap unit barang dari proses transportasi barang, dengan $e_2 = c_2 \cdot l \cdot F_e \cdot T_x$ (Rp/unit km) |
| g | ukuran volume untuk suatu barang (m^3) |
| h | persentase biaya penyimpanan per satuan waktu (/periode) |
| k_i | harga tambahan dari <i>incremental discount</i> untuk pembelian Q unit barang karena Q tidak sesuai dengan batas pemecahan harga q_i (Rp) |
| l | berat barang (ton/unit) |
| $q_{A,i}$ | batas banyaknya barang yang dipesan pada rentang kuantitas ke- i sesuai aturan pemecahan harga untuk kondisi A (<i>all-unit discount</i>) (unit) |
| $q_{I,i}$ | batas banyaknya barang yang dipesan pada rentang kuantitas ke- i sesuai aturan pemecahan harga untuk kondisi I (<i>incremental discount</i>) (unit) |
| q_i | batas banyaknya barang yang dipesan pada rentang kuantitas ke- i sesuai aturan pemecahan harga (unit) |
| t_f | biaya tetap untuk satu kali proses pengiriman barang (Rp) |
| t_v | biaya pengiriman barang (Rp/liter) |
| w | rata-rata besar emisi karbon yang dihasilkan oleh setiap unit barang di gudang pada satu waktu yang direncanakan (kWh/unit periode) |
| TC | biaya total untuk satu waktu yang direncanakan (Rp) |
| TE | total produksi emisi karbon untuk satu waktu yang direncanakan (ton CO ₂) |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bidang industri telah berkembang sangat cepat dalam beberapa tahun terakhir. Perkembangan ini mengakibatkan peningkatan kompetisi antarperusahaan dalam menarik perhatian pembeli. Persediaan dan kualitas barang merupakan faktor-faktor yang sangat penting untuk menunjang kelancaran kegiatan usaha. Perusahaan yang tidak memerhatikan pengelolaan persediaan dapat mengalami keuntungan yang tidak optimal atau bahkan kerugian. Selain itu, perusahaan kerap kali mengalami kendala untuk menentukan banyaknya persediaan optimal agar tingkat persediaan tidak kurang ataupun lebih.

Pengelolaan persediaan barang oleh perusahaan perlu mempertimbangkan beberapa faktor, antara lain biaya pembelian, biaya pemesanan, biaya penyimpanan, dan biaya transportasi. Selain itu, besar permintaan dari konsumen memegang peranan penting dalam pengelolaan persediaan. Perusahaan dapat menarik minat konsumen, salah satunya dengan menawarkan diskon harga barang dengan skema tertentu. Perusahaan juga perlu menyadari beberapa kondisi saat melakukan proses pembelian barang, seperti ketersediaan kapasitas lahan penyimpanan untuk barang yang dipesan dan besar modal yang dimiliki perusahaan untuk membeli barang tersebut. Selain itu, saat ini, industri-industri di dunia perlu memiliki kesadaran akan keramahan lingkungan [3].

Model persediaan barang yang paling sederhana adalah *economic order quantity* (EOQ) yang adalah pertama kali diusulkan oleh Gupta pada tahun 1988 [4]. Pada perkembangan selanjutnya, model ini telah dikembangkan dengan menambahkan berbagai faktor. Buku Tersine [1] membahas berbagai model persediaan yang melibatkan beberapa faktor seperti diskon, kendala kapasitas gudang, serta kendala modal.

Perusahaan dapat membuat rencana keramahan lingkungan dalam industrinya dengan mempertimbangkan dampak jangka panjang proses industri yang dilakukan terhadap pemanasan global seperti yang dikaji oleh Bonney dan Jaber [3]. Dalam memodelkan persediaan dengan baik, perusahaan dapat mempertimbangkan penghitungan produksi emisi karbon, misalnya dengan bantuan suatu model matematis yang dibuat dengan tujuan meminimumkan produksi emisi karbon.

Berbagai model persediaan yang mempertimbangkan diskon, keterbatasan kapasitas penyimpanan, kendala modal perusahaan, dan emisi karbon telah dikaji dalam sudut pandang yang berbeda, yakni model persediaan satu jenis barang (*single item*) yang deterministik dengan diskon untuk seluruh unit barang (*all-unit discount*) dan emisi karbon yang dikaji oleh Kristiyani dan Daryanto [5], model persediaan satu jenis barang (*single item*) yang deterministik dengan kendala modal dan emisi karbon yang dikaji oleh Utama [6], serta model persediaan satu jenis barang (*single*

item) yang deterministik dengan batasan kapasitas gudang dan emisi karbon untuk menekan total biaya persediaan yang dikaji oleh Widodo dan Utama [7]. Sebagai pengembangan dari berbagai hasil penelitian tersebut, dalam skripsi ini akan dikonstruksi sebuah model persediaan baru, yang mempertimbangkan diskon kuantitas (*quantity discount*) tertentu dengan mempertimbangkan emisi karbon. Model ini akan digunakan untuk menentukan kuantitas barang yang perlu dipesan oleh perusahaan agar biaya total pemesanan mencapai minimum, tanpa dan dengan kendala kapasitas gudang dan modal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan bagian latar belakang, masalah-masalah dalam skripsi ini dapat dirumuskan sebagai berikut.

1. Bagaimana membentuk model matematis untuk persediaan barang dengan diskon kuantitas (*quantity discount*) tertentu yang mempertimbangkan produksi emisi karbon serta kendala kapasitas gudang dan modal?
2. Bagaimana menentukan kuantitas barang yang perlu dipesan agar biaya total pemesanan mencapai minimum?
3. Bagaimana pengaruh dari perubahan nilai setiap parameter terhadap biaya total dan besar emisi karbon yang dihasilkan dalam suatu kasus pemesanan?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah:

1. membuat model matematis untuk persediaan barang dengan diskon kuantitas (*quantity discount*) tertentu yang mempertimbangkan produksi emisi karbon serta kendala kapasitas gudang dan modal,
2. menentukan kuantitas pemesanan yang mengoptimalkan biaya pemesanan,
3. menganalisis sensitivitas biaya total dan besar emisi karbon yang dihasilkan terhadap perubahan nilai setiap parameter.

1.4 *State of the Art*

Model persediaan EOQ dengan *all-unit discount* dan emisi karbon sudah dibahas oleh Kristiyani dan Daryanto [5]. Pada skripsi ini, akan dibahas pengembangan dari model tersebut, yaitu model persediaan deterministik dengan satu jenis barang (*single item*) dengan diskon kuantitas (*quantity discount*) serta kendala kapasitas gudang dan modal, yang mempertimbangkan emisi karbon. Jenis barang yang dipilih dalam pembahasan pada penelitian ini adalah keramik putih berukuran $0,3 \text{ m} \times 0,3 \text{ m} \times 0,01 \text{ m} = 0,0009 \text{ m}^3$, yang diberi diskon kuantitas (*quantity discount*), baik diskon untuk seluruh unit barang (*all-unit discount*) maupun diskon unit barang secara bertahap (*incremental discount*). Perbedaan model persediaan yang dibahas pada penelitian ini dengan model

persediaan pada rujukan utama adalah pengembangan jenis diskon dari diskon untuk seluruh unit barang (*all-unit discount*) menjadi diskon unit barang secara bertahap (*incremental discount*), serta penambahan dua kendala yaitu kapasitas gudang dan modal, dengan tetap mempertimbangkan emisi karbon.

1.5 Sistematika Pembahasan

Skripsi yang terdiri dari enam bab ini mengikuti sistematika pembahasan sebagai berikut:

Bab 1: Pendahuluan

Bab 1 membahas latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, *state of the art*, batasan masalah, dan sistematika pembahasan.

Bab 2: Landasan Teori

Bab 2 membahas teori-teori dasar sebagai pendukung pembahasan dalam bab-bab berikutnya. Teori dasar tersebut terdiri dari model persediaan EOQ (*economic order quantity*), diskon kuantitas (*quantity discount*), kendala dalam model persediaan, serta emisi karbon dan pajak karbon.

Bab 3: Pengembangan Model

Bab 3 berisi konstruksi model matematis untuk persediaan barang yang mempertimbangkan diskon kuantitas, kendala, dan emisi karbon. Model pertama yang dibahas adalah suatu model persediaan EOQ (*economic order quantity*) untuk barang dengan diskon untuk seluruh unit barang (*all-unit discount*) dan produksi emisi karbon. Selanjutnya, terdapat pengembangan model yang telah dilakukan dengan model kedua merupakan konstruksi suatu model persediaan EOQ (*economic order quantity*) untuk barang dengan diskon unit barang secara bertahap (*incremental discount*) dan produksi emisi karbon. Model ketiga yang di konstruksi adalah model persediaan EOQ (*economic order quantity*) untuk barang dengan diskon unit barang secara bertahap (*incremental discount*), produksi emisi karbon, kapasitas gudang, dan kendala modal.

Bab 4: Simulasi Numerik

Bab 4 berisi simulasi numerik dari model persediaan dengan pertimbangan diskon untuk seluruh unit barang (*all-unit discount*), diskon unit barang secara bertahap (*incremental discount*), produksi emisi karbon, kapasitas gudang, dan kendala modal.

Bab 5: Analisis Sensitivitas

Bab 5 berisi analisis pengaruh perubahan nilai dari suatu parameter terhadap banyaknya barang yang dipesan dan biaya total dari model persediaan dengan pertimbangan diskon untuk seluruh unit barang (*all-unit discount*), diskon unit barang secara bertahap (*incremental discount*), produksi emisi karbon, kapasitas gudang, dan kendala modal.

Bab 6: Kesimpulan dan Saran

Bab 6 membahas mengenai kesimpulan yang diperoleh dari hal yang telah dibahas pada bab-bab sebelumnya dan saran untuk pengembangan selanjutnya.