

SKRIPSI

PENGEMBANGAN MODEL PERSEDIAAN BARANG  
DENGAN MEMPERTIMBANGKAN FAKTOR  
EMISI KARBON DAN *ALL UNIT DISCOUNT*



NI PUTU DITTARANI PRAMESTI

NPM: 6161901124

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

**FINAL PROJECT**

**DEVELOPMENT OF AN INVENTORY MODEL  
INCORPORATING CARBON EMISSION FACTORS  
AND ALL UNIT DISCOUNT**



**NI PUTU DITTARANI PRAMESTI**

**NPM: 6161901124**

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

# LEMBAR PENGESAHAN

## PENGEMBANGAN MODEL PERSEDIAAN BARANG DENGAN MEMPERTIMBANGKAN FAKTOR EMISI KARBON DAN *ALL UNIT DISCOUNT*

Ni Putu Dittarani Pramesti

NPM: 6161901124

Bandung, 25 Juli 2023

Menyetujui,  
Pembimbing 1

Taufik Limansyah, M.T.

Ketua Penguji

Anggota Penguji

Dr. Ferry Jaya Permana

Rizky Reza Fauzi, D.Phil.Math.

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Dr. Livia Owen

# LEMBAR PENGESAHAN

## PENGEMBANGAN MODEL PERSEDIAAN BARANG DENGAN MEMPERTIMBANGKAN FAKTOR EMISI KARBON DAN *ALL UNIT DISCOUNT*

Ni Putu Dittarani Pramesti

NPM: 6161901124

Bandung, 25 Juli 2023

Menyetujui,  
Pembimbing 1



Taufik Limansyah, M.T.

Ketua Penguji



Dr. Ferry Jaya Permana

Anggota Penguji



Rizky Reza 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:

### **PENGEMBANGAN MODEL PERSEDIAAN BARANG DENGAN MEMPERTIMBANGKAN FAKTOR EMISI KARBON DAN *ALL UNIT DISCOUNT***

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,  
25 Juli 2023



Ni Putu Dittarani Pramesti  
NPM: 6161901124

## ABSTRAK

Kepuasan konsumen merupakan faktor penting yang selalu menjadi fokus utama dalam berlangsungnya proses bisnis. Menanggapi hal tersebut, perusahaan tentu perlu menciptakan strategi yang sesuai untuk dapat memenuhi permintaan konsumen. Di sisi lain, sering pula ditemui situasi di mana *supplier* memberikan diskon kepada perusahaan. Diskon ini dapat menjadi manfaat yang signifikan bagi perusahaan karena dapat membantu mengurangi biaya pembelian dan meningkatkan daya saing sekaligus dapat memberi dampak positif terkait emisi karbon. Di mana, dengan adanya diskon pada harga beli barang, biaya yang dikeluarkan dapat dialokasikan untuk mendorong penggunaan bahan bakar yang lebih bersih atau sumber energi terbarukan sehingga mendorong perusahaan untuk mengurangi emisi karbon yang dihasilkan oleh penggunaan bahan bakar konvensional. Hal tersebut juga didukung oleh *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) yang mengembangkan sektor ramah lingkungan sehingga lingkungan dapat dikelola dengan baik (tidak tercemar) dengan cara mengoptimalkan operasi produksi dan distribusi produk. Untuk itu, skripsi ini menyajikan sebuah pengembangan dari model *economic order quantity* dengan mempertimbangkan *all unit discount* dan faktor emisi karbon yang dikembangkan menjadi 4 jenis model persediaan, di antaranya adalah (1) model persediaan dengan permintaan bergantung pada tingkat persediaan, (2) model persediaan dengan permintaan bergantung pada tingkat persediaan dan harga jual, (3) model persediaan dengan permintaan bergantung pada tingkat waktu, dan (4) model persediaan dengan permintaan menurun secara eksponensial dengan tujuan untuk membantu perusahaan dalam mengoptimalkan pengelolaan persediaan melalui penentuan kuantitas barang yang optimal sekaligus meminimalkan total biaya yang perlu dikeluarkan. Selama proses penyusunan skripsi ini, didapatkan suatu informasi bahwa berdasarkan hasil analisa sensitivitas yang dilakukan untuk melihat pengaruh perubahan parameter pada waktu antarpemesanan ( $T$ ), total biaya persediaan ( $TC$ ) dan total emisi karbon ( $TE$ ), didapatkan bahwa semakin murah harga beli per satuan unit barang yang didukung oleh tingginya permintaan, maka kuantitas barang yang dipesan akan semakin banyak. Di samping itu, diketahui pula bahwa semakin besar rata-rata emisi karbon di gudang, akan berakibat pada semakin besarnya emisi karbon yang dihasilkan.

**Kata-kata kunci:** Persediaan Barang; Model *Economic Order Quantity*; *All Unit Discount*; Emisi Karbon.

## ABSTRACT

Customer satisfaction is an important factor that always remains the primary focus in the business process. In response to this, companies certainly need to create suitable strategies to meet customer demands. On the other hand, there are often situations where suppliers offer discounts to the company. These discounts can provide significant benefits to the company as they help reduce purchasing costs, enhance competitiveness, and have a positive impact on carbon emissions. By utilizing discounts on the purchase price of goods, the expenses saved can be allocated towards promoting the use of cleaner fuel or renewable energy sources, thereby encouraging the company to reduce carbon emissions generated by conventional fuel usage. This effort is also supported by the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), which develops environmentally friendly sectors to effectively manage the environment by optimizing production operations and product distribution. In this thesis, a development of the economic order quantity model is presented, considering all unit discounts and the carbon emissions factor. It encompasses four types of inventory models, including: (1) inventory model with demand dependent on inventory levels, (2) inventory model with demand dependent on inventory levels and selling price, (3) inventory model with demand dependent on time periods, and (4) inventory model with exponentially decreasing demand. The goal is to assist companies in optimizing inventory management by determining the optimal quantity of goods while minimizing total costs. Throughout the process of preparing this thesis, it was found that based on the sensitivity analysis results examining the influence of parameter changes on the reorder time ( $T$ ), total inventory costs ( $TC$ ), and total carbon emissions ( $TE$ ), it was observed that the lower the purchase price per unit supported by high demand, the greater the quantity of ordered goods. Additionally, it was noted that the higher the average carbon emissions in the warehouse, the greater the resulting carbon emissions.

**Keywords:** Inventory; Economic Order Quantity Model; All Unit Discount; Carbon Emission.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Penulisan skripsi dilakukan untuk memenuhi syarat menyelesaikan studi Strata-I Program Studi Matematika Universitas Katolik Parahyangan. Pada kesempatan kali ini, penulis ingin menyampaikan rasa syukur karena dikelilingi pihak-pihak yang telah membantu penulis selama masa perkuliahan dan penyusunan skripsi ini. Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

- Kedua orangtua dan saudara yang selalu memberikan doa, nasihat, serta dukungan penuh kepada penulis agar dapat menyelesaikan skripsi tepat waktu.
- Bapak Taufik Limansyah, M.T., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan ilmu, arahan, dan membimbing dengan penuh kesabaran selama proses penyelesaian skripsi.
- Bapak Dr. Ferry Jaya Permana dan Bapak Rizky Reza Fauzi, D.Phil.Math selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan kritik yang membangun untuk penulisan skripsi.
- Seluruh dosen UNPAR yang telah berjasa untuk memberikan ilmu pengetahuan yang berguna, baik secara akademik maupun non-akademik.
- Win Metawin Opas-iamkajorn, Brian Imanuel Soewarno, dan Tim F1 Aston Martin Cognizant Aramco yang memberi motivasi dan inspirasi selama proses penulisan skripsi.
- Elaine Felicia, Eveline Kirana, Bryan Amadeo, Patrick Christama, Vanessa Ernelita, Willy Zoe, Veronica Pramudita, dan Raymond Susanto yang memberi semangat, dukungan mental serta berbagi cerita suka dan duka selama masa perkuliahan dan proses penyelesaian skripsi.
- Patricia Kay Puringa yang menemani, memberi dukungan dan pengertian hingga proses penulisan skripsi ini selesai.
- Rekan-rekan Matematika angkatan 2019 yang telah bersama-sama menempuh dan berjuang dalam perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa masih ada kekurangan pada skripsi ini, sehingga penulis menerima saran dan kritik yang membangun untuk memperbaiki dan mengembangkan skripsi ini menjadi lebih baik. Akhir kata, penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandung, 25 Juli 2023

Penulis



# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>xiii</b>
<b>1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang . . . . .	1
1.2 Rumusan Masalah . . . . .	3
1.3 Tujuan . . . . .	3
1.4 <i>State of the Art</i> . . . . .	3
1.5 Sistematika Pembahasan . . . . .	4
<b>2 LANDASAN TEORI</b>	<b>6</b>
2.1 Model EOQ ( <i>Economic Order Quantity</i> ) . . . . .	6
2.2 <i>All Unit Discount</i> . . . . .	8
2.3 Persamaan Diferensial Linear Orde Satu . . . . .	9
<b>3 PENGEMBANGAN MODEL PERSEDIAAN BARANG DENGAN MEMPER- TIMBANGKAN FAKTOR <i>All Unit Discount</i> DAN EMISI KARBON</b>	<b>11</b>
3.1 Model 1: Model Persediaan dengan Fungsi Permintaan Bergantung pada Tingkat Persediaan . . . . .	11
3.1.1 Formulasi Model Persediaan Barang . . . . .	12
3.1.2 Algoritma Perhitungan Model Persediaan . . . . .	14
3.1.3 Contoh Perhitungan Model Persediaan dengan Fungsi Permintaan Bergan- tung pada Tingkat Persediaan . . . . .	15
3.2 Model 2: Model Persediaan dengan Fungsi Permintaan Bergantung pada Tingkat Persediaan dan Harga Jual . . . . .	16
3.2.1 Formulasi Model Persediaan Barang . . . . .	16
3.2.2 Hasil Perhitungan Model Persediaan dengan Fungsi Permintaan Bergantung pada Tingkat Persediaan dan Harga Jual . . . . .	19
3.3 Model 3: Model Persediaan dengan Fungsi Permintaan Bergantung pada Tingkat Waktu . . . . .	20
3.3.1 Formulasi Model Persediaan Barang . . . . .	20
3.3.2 Simulasi Numerik untuk Model Persediaan dengan Fungsi Permintaan Ber- gantung pada Tingkat Waktu . . . . .	23
3.4 Model 4: Model Persediaan dengan Fungsi Permintaan Menurun Secara Eksponensial . . . . .	25
3.4.1 Formulasi Model Persediaan Barang . . . . .	25

3.4.2	Simulasi Numerik untuk Model Persediaan dengan Fungsi Permintaan Menu- run Secara Eksponensial . . . . .	28
<b>4</b>	<b>ANALISIS SENSITIVITAS</b>	<b>30</b>
4.1	Analisis Sensitivitas Pada Model Persediaan Pertama . . . . .	30
4.1.1	Pengaruh Perubahan Nilai pada Parameter $\alpha$ , $\beta$ , dan $S$ . . . . .	30
4.1.2	Pengaruh Perubahan Nilai $w$ dan $c_1$ . . . . .	32
4.2	Analisis Sensitivitas Pada Model Persediaan Kedua . . . . .	32
4.2.1	Pengaruh Perubahan Nilai $\alpha$ , $\beta$ , dan $S$ untuk $r(p)_1 = 10.000 - 0,05p$ . . . . .	32
4.2.2	Pengaruh Perubahan Nilai $\alpha$ , $\beta$ , dan $S$ untuk $r(p)_2 = 10.000 - 150 \ln(p)$ . . . . .	33
4.2.3	Pengaruh Perubahan Nilai $w$ dan $c_1$ . . . . .	35
4.3	Analisis Sensitivitas Pada Model Persediaan Ketiga . . . . .	36
4.3.1	Pengaruh Perubahan Nilai $\alpha$ , $\lambda$ , dan $S$ . . . . .	36
4.3.2	Pengaruh Perubahan Nilai $\theta$ . . . . .	38
4.3.3	Pengaruh Perubahan Nilai $w$ dan $c_1$ . . . . .	39
4.4	Analisis Sensitivitas Pada Model Persediaan Keempat . . . . .	39
4.4.1	Pengaruh Perubahan Nilai $\alpha$ , $\phi$ , dan $S$ . . . . .	39
4.4.2	Pengaruh Perubahan Nilai $\theta$ . . . . .	41
4.4.3	Pengaruh Perubahan Nilai $w$ dan $c_1$ . . . . .	42
<b>5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>43</b>
5.1	Kesimpulan . . . . .	43
5.2	Saran . . . . .	45
	<b>DAFTAR REFERENSI</b>	<b>46</b>

## DAFTAR GAMBAR

1.1	<i>Fishbone</i> Pengembangan Skripsi . . . . .	4
2.1	Grafik Fungsi Persediaan Terhadap Waktu dalam Model EOQ . . . . .	6
3.1	Model Persediaan dengan Fungsi Permintaan Bergantung pada Stok . . . . .	11
4.1	Grafik $T$ dan $TC$ Terhadap $\alpha$ . . . . .	31
4.2	Grafik $T$ dan $TC$ Terhadap $\beta$ . . . . .	31
4.3	Grafik $T$ dan $TC$ Terhadap $S$ . . . . .	31
4.4	Grafik $T$ dan $TC$ Terhadap $\alpha$ . . . . .	33
4.5	Grafik $T$ dan $TC$ Terhadap $\beta$ . . . . .	34
4.6	Grafik $T$ dan $TC$ Terhadap $S$ . . . . .	35
4.7	Grafik $T$ dan $TC$ Terhadap $\alpha$ . . . . .	37
4.8	Grafik $T$ dan $TC$ Terhadap $\lambda$ . . . . .	37
4.9	Grafik $T$ dan $TC$ Terhadap $S$ . . . . .	38
4.10	Grafik $T$ dan $TC$ Terhadap $\alpha$ . . . . .	40
4.11	Grafik $T$ dan $TC$ Terhadap $\phi$ . . . . .	40
4.12	Grafik $T$ dan $TC$ Terhadap $S$ . . . . .	41

## DAFTAR TABEL

3.1 Nilai Parameter pada Model Persediaan Barang Pertama . . . . .	15
3.2 Hasil Perhitungan untuk Beberapa Daftar Harga . . . . .	15
3.3 Nilai Parameter pada Model Persediaan Barang Kedua . . . . .	19
3.4 Hasil Perhitungan Beberapa Daftar Harga untuk $r(p)_1 = 10.000 - 0,05p$ . . . . .	19
3.5 Hasil Perhitungan Beberapa Daftar Harga untuk $r(p)_2 = 10.000 - 150 \ln(p)$ . . . . .	20
3.6 Nilai Parameter pada Model Persediaan Barang Ketiga . . . . .	24
3.7 Hasil Perhitungan untuk Beberapa Daftar Harga . . . . .	24
3.8 Nilai Parameter pada Model Persediaan Barang Keempat . . . . .	28
3.9 Hasil Perhitungan untuk Beberapa Daftar Harga . . . . .	29
3.10 Rangkuman Informasi dari Empat Tipe Model Persediaan . . . . .	29
4.1 Perubahan Nilai $\alpha$ , $\beta$ , dan $S$ Terhadap $T$ , $Q$ , dan $TC$ Pada Model Pertama . . . . .	30
4.2 Perubahan Nilai $w$ dan $c_1$ Terhadap Emisi Karbon Pada Model Pertama . . . . .	32
4.3 Perubahan Nilai $\alpha$ , $\beta$ , dan $S$ Terhadap $T$ , $Q$ , dan $TC$ Pada Model Kedua dengan $r(p)_1$ . . . . .	32
4.4 Perubahan Nilai $\alpha$ , $\beta$ , dan $S$ Terhadap $T$ , $Q$ , dan $TC$ Pada Model Kedua dengan $r(p)_2$ . . . . .	33
4.5 Perubahan Nilai $w$ dan $c_1$ Terhadap Emisi Karbon Pada Model Kedua . . . . .	35
4.6 Perubahan Nilai $w$ dan $c_1$ Terhadap Emisi Karbon Pada Model Kedua . . . . .	36
4.7 Perubahan Nilai $\alpha$ , $\theta$ , dan $S$ Terhadap $T$ , $Q$ , dan $TC$ Pada Model Ketiga . . . . .	36
4.8 Perubahan Nilai $\theta$ Terhadap $T$ , $Q$ , dan $TC$ Pada Model Ketiga . . . . .	38
4.9 Perubahan Nilai $w$ dan $c_1$ Terhadap Emisi Karbon Pada Model Ketiga . . . . .	39
4.10 Perubahan Nilai $\alpha$ , $\phi$ , dan $S$ Terhadap $T$ , $Q$ , dan $TC$ Pada Model Ketiga . . . . .	39
4.11 Perubahan Nilai $\theta$ Terhadap $T$ , $Q$ , dan $TC$ Pada Model Keempat . . . . .	41
4.12 Perubahan Nilai $w$ dan $c_1$ Terhadap Emisi Karbon Pada Model Keempat . . . . .	42

## DAFTAR NOTASI

$B_d$	biaya deteriorasi per unit barang (Rp)
$C_o$	total biaya pemesanan untuk satu periode perencanaan (Rp)
$C_p$	total biaya pembelian per unit barang untuk satu periode perencanaan (Rp)
$C_s$	total biaya penyimpanan untuk satu periode perencanaan (Rp)
$C_t$	total biaya transportasi untuk satu periode perencanaan (Rp)
$D$	jumlah permintaan barang per periode (unit/periode)
$D(t)$	fungsi permintaan barang
$E_e$	emisi karbon yang dihasilkan dari proses produksi (tonCO <sub>2</sub> /kWh)
$F_e$	standar emisi bahan bakar (tonCO <sub>2</sub> /L)
$H$	biaya penyimpanan per unit barang (Rp)
$I(t)$	fungsi tingkat persediaan terhadap waktu
$P_i$	biaya pembelian per unit barang pada tingkat ke- $i$ (Rp)
$Q$	jumlah barang yang dipesan (unit)
$S$	biaya pemesanan untuk setiap kali pemesanan diajukan (Rp)
$TC$	total biaya persediaan (Rp)
$TE$	total emisi karbon (tonCO <sub>2</sub> )
$\alpha$	permintaan pokok ( $\alpha > 0$ )
$\beta$	peningkatan faktor permintaan ( $\beta > 0$ )
$\lambda$	penurunan faktor permintaan pada model persediaan bergantung pada tingkat waktu ( $\lambda > 0$ )
$\phi$	penurunan faktor permintaan pada model persediaan menurun secara eksponensial ( $\phi > 0$ )
$\theta$	persentase barang yang mengalami deteriorasi (%)
$c_1$	besar konsumsi bahan bakar saat kendaraan kosong (L/km)
$c_2$	besar tambahan konsumsi bahan bakar per unit beban angkutan (L/km/muatan)
$d$	jarak tempuh dari pemasok (km)
$e_1$	biaya emisi karbon kendaraan, di mana $e_1 = c_1 \cdot F_e \cdot t_x$ (Rp/km)
$e_2$	biaya tambahan emisi karbon dari transportasi yang memuat satu item, di mana $e_2 = c_2 \cdot l \cdot F_e \cdot t_x$ (Rp/unit/km)
$h$	persentase penyimpanan barang per unit (%)
$l$	berat barang (ton/unit)
$p_i$	biaya jual per unit pada tingkat ke- $i$
$q_i$	batas jumlah barang yang dipesan di mana terjadi perubahan harga beli pada tingkat ke- $i$ (unit)
$r(p)_1$	harga jual barang dengan fungsi linear
$r(p)_2$	harga jual barang dengan fungsi logaritmik
$t_f$	biaya tetap untuk proses pengiriman barang (Rp/pengiriman)
$t_v$	biaya variabel untuk proses pengiriman barang (Rp/L)
$t_x$	biaya pajak emisi karbon (Rp/tonCO <sub>2</sub> )
$w$	rata-rata emisi karbon di gudang (kWh/unit/periode)

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Persediaan dapat didefinisikan sebagai barang, bahan, atau aset yang dimiliki oleh perusahaan untuk digunakan di masa mendatang, sehingga pengelolaan persediaan merupakan salah satu faktor penting yang perlu diperhatikan oleh perusahaan demi mempertahankan kelangsungan proses produksi. Selama prosesnya, model yang digunakan untuk menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan pengelolaan persediaan disebut dengan model persediaan. Oleh karena itu, penting bagi perusahaan untuk memahami penyelesaian model persediaan. Karena umumnya, adanya faktor fluktuasi permintaan, keterbatasan penyimpanan, hingga risiko kehilangan nilai barang seiring berjalannya waktu, mengakibatkan perusahaan mengalami kesulitan dalam menentukan kapan pemesanan harus dilakukan dan banyaknya pesanan yang harus dipesan.

Situasi yang mendukung bahwa perusahaan mengalami kendala dalam menentukan banyaknya pesanan dapat digambarkan pada kondisi terjadinya penumpukan barang ketika jumlah barang yang disediakan terlalu banyak, di mana hal ini dapat menimbulkan masalah karena biaya penyimpanan akan meningkat seiring dengan bertambahnya biaya total. Meningkatnya biaya penyimpanan terjadi karena dibutuhkan modal yang semakin besar untuk memberikan perawatan pada barang yang disimpan. Sebaliknya, kondisi kekurangan barang terjadi apabila persediaan yang disediakan terlalu sedikit. Hal ini juga dapat menimbulkan masalah karena perusahaan dianggap tidak memiliki kapabilitas untuk memenuhi permintaan konsumen. Akibatnya, perusahaan akan kehilangan konsumen sekaligus keuntungan yang diperoleh. Maka dari itu, untuk menyelesaikan masalah ini, diperlukan suatu model persediaan yang dapat membantu perusahaan dalam menentukan keputusan akurat terkait banyaknya jumlah pesanan yang harus dibuat ataupun waktu yang tepat untuk melakukan pemesanan ulang agar biaya total yang dikeluarkan menjadi minimum. Dengan begitu, perusahaan dapat memperoleh keuntungan yang optimal.

Faktor lain yang juga mendukung kesuksesan dari suatu produksi adalah adanya peningkatan kuantitas barang yang dibeli. Dalam hal ini, perusahaan sering kali mendapatkan manfaat dari pemberian diskon oleh *supplier*. Diskon tersebut memungkinkan perusahaan untuk membeli barang dalam kuantitas yang lebih besar dengan biaya yang lebih rendah. Dengan membeli dalam kuantitas yang optimal, perusahaan dapat mengoptimalkan pengelolaan persediaan dan mengurangi biaya pesan per unit barang. Selain itu, diskon dari *supplier* juga dapat meningkatkan daya saing perusahaan dalam memberikan penawaran harga jual yang lebih kompetitif kepada pelanggan sekaligus memberikan dampak positif terkait emisi karbon dikarenakan dapat mengalokasikan dana lebih untuk penggunaan bahan bakar yang lebih bersih.

Beriringan dengan munculnya gerakan yang membawa masyarakat menuju era tanpa emisi karbon, pemerintah dan badan usaha kini tengah berupaya penuh untuk mencapai target *net-zero emission* (NZE) di tahun 2060 melalui tindakan transisi sistem energi dan penggunaan lahan (*land use*) secara mendasar. Hal ini disinggung oleh Mallika Ishwaran, *Chief Economist Shell*, dalam peluncuran *Scenarios Sketch Indonesia*. Tidak hanya terjadi di Indonesia, tetapi perkembangan industri di dunia saat ini juga sedang berkembang pesat. Banyak perusahaan mulai bersaing untuk menarik pembeli, terutama dalam pemenuhan kebutuhan dan kepuasan pelanggan dari segi kualitas dan ketersediaan barang. Maka dari itu, ada baiknya bagi sektor industri untuk membuat rencana yang mempertimbangkan dampak jangka panjang emisi karbon, sehingga dapat berkontribusi untuk mengurangi efek kerusakan lingkungan. Untuk itu, hal tersebut menjadi pembahasan yang cukup dalam pada literasi Bonney dan Jaber [1, hlm. 48], yang menyatakan bahwa manajemen persediaan yang baik akan mempertimbangkan faktor emisi dan limbah. Tidak berhenti di situ, Benjaafar [2, hlm. 3] dan Chen [3, hlm. 172] juga mendukung bahwa untuk mengurangi emisi karbon, sebagian besar perusahaan dapat berfokus pada pengurangan dalam proses fisik, seperti misalnya mengganti peralatan dan fasilitas yang tidak efisien dalam konsumsi energi dan menggunakan sumber energi yang mengurangi polusi.

Terlepas dari itu, selama proses penyusunan makalah skripsi ini, terdapat beragam pembahasan yang ditemukan terkait penelitian terhadap model persediaan. Seperti halnya Muckstadt [4, hlm. 18] yang mengemukakan mengenai model persediaan paling sederhana yaitu *Economic Order Quantity* (EOQ) dan Gupta [5, hlm. 80] yang mengembangkan model untuk meningkatkan prosedur EOQ dengan mempertimbangkan faktor *all unit discount*. Seiring dengan berjalannya waktu, mulai muncul pengembangan-pengembangan lain yang menambahkan berbagai macam faktor sebagai bentuk penerapan pemecahan masalah yang mendekati kondisi nyata. Pengembangan ini diterapkan oleh Mubin dan Rosiani [6, hlm. 237] dan Gupta [7, hlm. 398] yang mempertimbangkan biaya emisi karbon dari penggunaan kendaraan dan ukuran pengiriman. Di samping itu, Wangsa dan Wee [8, hlm. 122] juga menambahkan faktor biaya transportasi dan *all unit discount* dalam pengembangan model persediaan rantai pasokan dua eselon, serta penelitian Bonney dan Jaber [1, hlm. 52] yang mengembangkan manajemen inventaris dengan mempertimbangkan faktor emisi dan limbah.

Selain pembahasan mengenai isu emisi karbon dan limbah, Dutta dan Pavan [9, hlm. 322] juga menyampaikan aspek krusial lain dalam sistem pasar yang perlu menjadi perhatian oleh perusahaan terkait proses produksi, yaitu mengenai kontrol masalah persediaan di kehidupan nyata yang tidak dapat dirumuskan hanya dengan satu cara, dikarenakan adanya faktor ketidakpastian. Hal ini juga disetujui oleh Limansyah dan Lesmono [10, hlm. 184] bahwa pengadaan persediaan tentu perlu mempertimbangkan beberapa aspek, diantaranya keterbatasan tempat penyimpanan, biaya pembelian hingga faktor penurunan kualitas barang (deteriorasi) dalam jangka waktu tertentu yang mengarah pada terbentuknya kompleksitas model persediaan barang.

Berdasarkan urgensi yang sebelumnya telah dijelaskan, pada skripsi ini akan dikembangkan beberapa model persediaan dengan melibatkan faktor emisi karbon dan *all unit discount*, yaitu (1) model persediaan dengan permintaan bergantung pada tingkat persediaan, (2) model persediaan dengan permintaan bergantung pada tingkat persediaan dan harga jual, (3) model persediaan dengan permintaan bergantung pada tingkat waktu, serta (4) model persediaan dengan permintaan menurun secara eksponensial dengan tujuan untuk membantu perusahaan dalam mengoptimalkan

pengelolaan persediaan melalui penentuan kuantitas barang yang optimal sekaligus meminimalkan total biaya yang perlu dikeluarkan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berikut merupakan rumusan masalah yang menjadi pokok bahasan pada skripsi ini.

1. Bagaimana cara mengonstruksi model untuk persediaan dengan fungsi permintaan bergantung pada tingkat persediaan, bergantung pada tingkat persediaan dan harga jual, bergantung pada tingkat waktu serta menurun secara eksponensial dengan mempertimbangkan faktor *all unit discount* dan emisi karbon?
2. Bagaimana cara menentukan kuantitas barang yang optimal dan waktu antarpemesanan yang tepat agar dapat meminimumkan total biaya?
3. Bagaimana pengaruh dari perubahan parameter model persediaan terhadap waktu antarpemesanan, total biaya persediaan, dan total emisi karbon?

## 1.3 Tujuan

Tujuan dari pembuatan skripsi ini adalah:

1. Mengonstruksi model untuk persediaan dengan fungsi permintaan bergantung pada tingkat persediaan, bergantung pada tingkat persediaan dan harga jual, bergantung pada tingkat waktu serta menurun secara eksponensial dengan mempertimbangkan faktor *all unit discount* dan emisi karbon;
2. Menentukan kuantitas barang yang optimal dan waktu antarpemesanan yang tepat agar dapat meminimumkan total biaya;
3. Menganalisis pengaruh dari perubahan parameter model persediaan terhadap waktu antarpemesanan, total biaya persediaan, dan total emisi karbon.

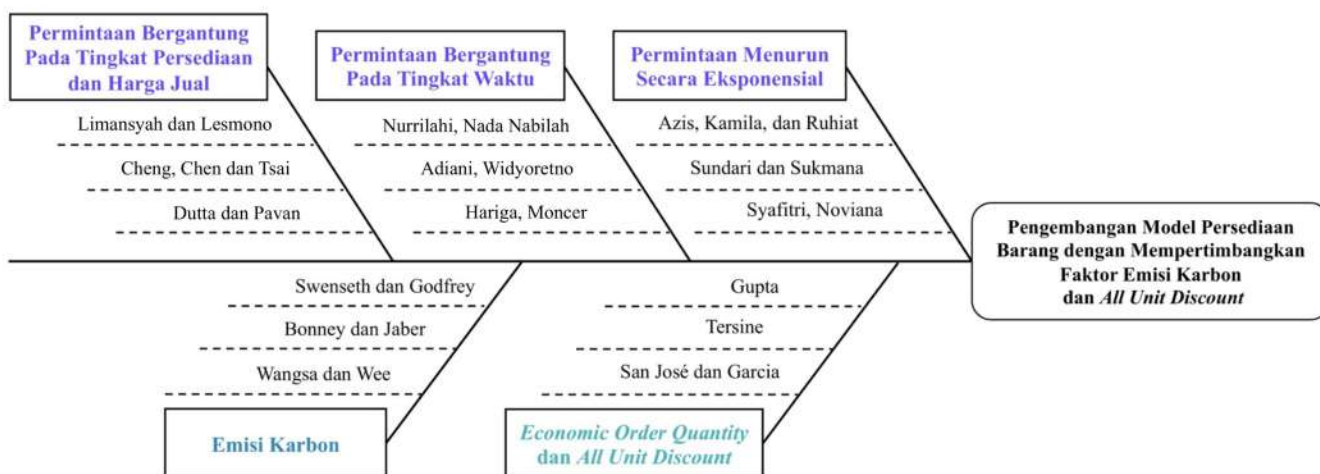
## 1.4 *State of the Art*

Pada skripsi ini, akan dikembangkan model persediaan dengan mempertimbangkan faktor emisi karbon dan *all unit discount*. Pertama-tama, model bergantung pada tingkat persediaan akan dijadikan sebagai pembahasan utama. Namun, dikarenakan pembeli juga memperhitungkan harga jual dari barang yang dibeli, maka model selanjutnya akan dikembangkan dengan mempertimbangkan tidak hanya jumlah barang, tetapi juga harga jual.

Tidak berhenti sampai disitu, seiring dengan berjalannya waktu, terdapat beberapa faktor lain yang dapat memengaruhi permintaan barang. Salah satunya adalah usia barang yang semakin mendekati kadaluwarsa, sehingga dapat menyebabkan penurunan permintaan. Selain itu, kondisi di mana para kompetitor mulai berdatangan, juga dapat berdampak pada tingkat permintaan barang. Oleh karena itu, dalam skripsi ini juga akan dikembangkan model persediaan yang memperhitungkan faktor waktu dan deteriorasi. Untuk meringkas pemaparan situasi yang telah dijelaskan di atas,



berikut ini digambarkan tulang ikan (*fishbone*) sebagai *roadmap* untuk penjelasan pengembangan pada skripsi.



Gambar 1.1: *Fishbone* Pengembangan Skripsi

## 1.5 Sistematika Pembahasan

Pembahasan pada skripsi ini terdiri dari lima bab berikut:

### Bab 1: Pendahuluan

Bab ini berisi penjelasan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, *state of the art*, dan sistematika pembahasan.

### Bab 2: Landasan Teori

Bab ini berisi teori-teori mengenai model *Economic Order Quantity* (EOQ), pembahasan mengenai faktor *All Unit Discount*, dan persamaan diferensial linear orde satu yang digunakan sebagai penunjang untuk menyelesaikan perhitungan pada bab-bab selanjutnya.

### Bab 3: Pengembangan Model Persediaan Barang dengan Mempertimbangkan Faktor *All Unit Discount* dan Emisi Karbon

Bab ini berisi pembentukan model matematis untuk model persediaan barang dengan fungsi permintaan bergantung pada tingkat persediaan, model persediaan barang dengan fungsi permintaan bergantung pada tingkat persediaan dan harga jual, model persediaan barang dengan fungsi permintaan bergantung pada tingkat waktu, dan model persediaan barang dengan fungsi permintaan menurun secara eksponensial dengan mempertimbangkan faktor *all unit discount* dan emisi karbon. Pada bab ini juga akan dibahas formulasi model sekaligus hasil perhitungan sebagai ilustrasi untuk memperjelas perilaku tiap-tiap model tersebut.

### Bab 4: Analisis Sensitivitas

Bab ini membahas sensitivitas untuk mempelajari dampak perubahan parameter terhadap waktu

antarpemesanan ( $T$ ), kuantitas barang ( $Q$ ), dan total biaya ( $TC$ ) melalui uji pengaruh perubahan persentase pada variabel permintaan pokok, variabel peningkatan dan penurunan faktor permintaan, biaya pesan, dan variabel persentase barang yang mengalami deteriorasi serta mempertimbangkan pengaruh dari segi emisi karbon yang dilihat dari perhitungan total emisi karbon melalui uji variabel rata-rata per unit emisi karbon di gudang dan besar konsumsi bahan bakar saat kendaraan kosong.

### **Bab 5: Kesimpulan dan Saran**

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil pengerjaan skripsi yang memaparkan informasi hasil perhitungan empat tipe model persediaan sekaligus menjelaskan karakteristik parameter yang diuji pada analisa sensitivitas, serta saran yang dapat diterapkan untuk pengembangan lebih lanjut.

