

Pengantar Pemodelan Matematika untuk Sistem Persediaan

Dharma Lesmono
Taufik Limansyah
Ignatius A. Sandy



Unparian.

Pengantar Pemodelan Matematika untuk Sistem Persediaan

Dharma Lesmono
Taufik Limansyah
Ignatius A. Sandy

PERPUSTAKAAN
UNPAR
650.7
LES
P
146677 / P/5B FTIS
27-1-24



UNPAR
PRESS

2023

No. Kelas	650.7 LES P
No. Induk	146677 Tgl 27-1-24
Hadiah/	
Dari	Dharma Lesmono

Judul Buku:

Pengantar Pemodelan Matematika untuk Sistem Persediaan

Penulis:

Dharma Lesmono

Taufik Limansyah

Ignatius A. Sandy

Sampul dan tata letak isi:

Tim Unpar Press

ISBN: 978-623-7879-46-6

Penerbit:

Unpar Press

Jalan Ciumbuleuit 100

Bandung 40141

unparpress@unpar.ac.id



Cetakan pertama: 2023

KATA SAMBUTAN

Dengan penuh rasa syukur, Fakultas Teknologi Informasi dan Sains Universitas Katolik Parahyangan (FTIS UNPAR) menyambut dengan gembira terbitnya buku Pengantar Pemodelan Matematika untuk Sistem Persediaan.

Buku ini membahas penerapan matematika pada salah satu permasalahan dunia nyata yaitu pengelolaan persediaan. Materi buku ini berasal dari sejumlah publikasi hasil penelitian yang telah digeluti oleh para penulis dalam beberapa tahun terakhir yang telah dipublikasikan di jurnal nasional terakreditasi, prosiding internasional maupun jurnal internasional bereputasi. Buku ini dapat menjadi sarana untuk mengintegrasikan hasil penelitian dengan pembelajaran. Keberadaan buku ini tentu akan sangat bermanfaat bagi pembelajaran mata kuliah yang didukung yaitu Model-Model Persediaan.

Selain sebagai pendukung pembelajaran, buku ini juga diharapkan dapat membawa manfaat bagi pihak-pihak lain, terutama para pengusaha dalam menghadapi masalah pengelolaan persediaan yang semakin kompleks.

Atas nama fakultas saya mengucapkan terima kasih dan selamat kepada para penulis yang telah bekerja keras menyusun buku ini. Semoga terbitnya buku ini dapat menjadi pemacu bagi para dosen di lingkungan FTIS UNPAR dalam mengintegrasikan hasil penelitian kedalam proses pembelajaran melalui penulisan buku ajar.

Dr.rer.nat. Cecilia Esti Nugraheni, S.T., M.T.
Dekan FTIS UNPAR (Masa Bakti 2019 – 2023)

PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa sehingga kami dapat menyelesaikan penulisan buku ini. Buku dengan judul Pengantar Pemodelan Matematika untuk Sistem Persediaan ditujukan kepada berbagai pihak yang berminat untuk mempelajari penerapan matematika di dalam pengelolaan persediaan. Tantangan yang dihadapi perusahaan di dalam pengelolaan persediaan semakin kompleks, yang ditandai dengan banyak faktor yang perlu dipertimbangkan, misalnya permintaan, penurunan kualitas barang, skema diskon, kebijakan penanganan kekurangan persediaan dan jenis barang yang perlu dikelola.

Kompleksitas dari permasalahan di atas dapat ditangani dengan menggunakan pemodelan matematika dengan memasukkan faktor-faktor di atas ke dalam model. Dari model-model yang dibahas di dalam buku ini, akan ditentukan solusi optimal yang meminimumkan biaya total pengelolaan persediaan. Algoritma untuk memperoleh solusi yang optimal juga diberikan di dalam buku ini. Beberapa model di dalam buku ini merupakan hasil publikasi dari penulis baik di jurnal nasional terakreditasi, prosiding internasional maupun jurnal internasional bereputasi.

Buku ini dibagi dalam delapan bab. Bab pertama membahas pengertian dan pentingnya pengelolaan persediaan bagi perusahaan, dilanjutkan dengan model matematika yang paling sederhana yaitu model *Economic Order Quantity* (EOQ). Model EOQ dengan kebijakan *backorder*, skema diskon *all-units* dan *incremental discount* juga dibahas di Bab 1. Bab 2 sampai dengan Bab 6 diperuntukkan bagi model dengan satu jenis barang. Bab 2 membahas model dengan variasi permintaan, yaitu permintaan bergantung pada persediaan (*inventory-dependent demand*), permintaan bergantung pada harga dan persediaan (*price- and inventory-dependent demand*), permintaan bergantung waktu (*time-dependent demand*) dan permintaan yang bersifat probabilistik. Skema diskon yaitu *all-units discount* merupakan fokus dari Bab 3 yang diterapkan pada model dengan permintaan bergantung harga dan persediaan dan pada model dengan permintaan probabilistik. Faktor penurunan kualitas barang (deteriorasi) merupakan faktor yang ditambahkan pada model-model yang dibahas pada Bab 4. Bab 5 dan Bab 6 masing-masing membahas model dengan menambahkan faktor *backorder* dan retur (pengembalian barang ke pihak pemasok). Pengelolaan persediaan untuk banyak barang (*multi-item*) dibahas pada Bab 7. Bab 8 merupakan bagian

penutup dari buku ini, yang memberikan gambaran singkat dari model-model yang telah dibahas dan referensi yang ada untuk model-model lain yang telah dikembangkan dengan faktor-faktor lain atau kombinasi dari faktor-faktor yang belum dibahas di dalam buku.

Buku ini merupakan salah satu referensi untuk mata kuliah Model-Model Persediaan bagi mahasiswa di Jurusan Matematika Universitas Katolik Parahyangan. Buku ini juga dapat digunakan sebagai salah satu referensi penunjang bagi mata kuliah lain di Jurusan Matematika ataupun di Jurusan lain seperti Teknik Industri untuk mata kuliah antara lain Pemodelan Matematika, Kalkulus, atau mata kuliah yang berkaitan dengan Rantai Pasok dan Penelitian Operasional.

Masih banyak model-model matematika untuk sistem persediaan yang belum dibahas di buku ini. Namun setidaknya buku ini dapat digunakan sebagai referensi awal bagi mereka yang mempelajari pemodelan matematika khususnya dalam pengelolaan persediaan, maupun pihak lain yang berkepentingan di dalam pengelolaan persediaan.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih pada Ni Putu Dittarani Pramesti untuk ilustrasi dan tata letak dari buku ini, dan berbagai pihak yang telah membantu di dalam proses penyusunan buku ini

Dharma Lesmono
Taufik Limansyah
Ignatius A. Sandy

DAFTAR ISI

	KATA SAMBUTAN DEKAN	iii
	PRAKATA	iv
	DAFTAR ISI	vi
	DAFTAR GAMBAR	ix
	DAFTAR TABEL	x
1	PERSEDIAAN	1
	1.1. Model Economic Order Quantity (EOQ)	4
	1.2. Analisis Sensitivitas Model EOQ	9
	1.3. Model EOQ dengan <i>Backorder</i>	10
	1.4. Quantity Discount	15
	1.4.1. <i>All-Units Quantity Discount</i>	15
	1.4.2. <i>Incremental Discount</i>	18
2	MODEL PERSEDIAAN DENGAN VARIASI PERMINTAAN	23
	2.1. Model dengan Permintaan Bergantung pada Persediaan <i>(Inventory-dependent demand)</i>	24
	2.1.1. Formulasi Model Matematika	26
	2.1.2. Formulasi Biaya	27
	2.2. Model dengan Permintaan Bergantung pada Persediaan dan Harga Jual <i>(Inventory- and Price-Dependent Demand)</i>	29
	2.2.1. Formulasi Model Matematika	30
	2.2.2. Formulasi Biaya	31
	2.3. Model dengan Permintaan Bergantung pada Waktu <i>(Time-Dependent Demand)</i>	33
	2.3.1. Formulasi Model Matematika	33
	2.3.2. Formulasi Biaya	35
	2.4. Model dengan Permintaan Bersifat Probabilistik	37
	2.4.1. Formulasi Model Matematika	39
	2.4.2. Algoritma Pencarian Jumlah Pemesanan Barang dan <i>Reorder Point</i> yang Optimal	43

3	MODEL PERSEDIAAN DENGAN FAKTOR DISKON	47
	3.1. Model dengan Permintaan Bergantung pada Harga Jual dan Persediaan Barang serta Melibatkan Diskon	48
	3.1.1. Formulasi Model Matematika	49
	3.1.2. Algoritma Pencarian Jumlah Pemesanan Barang yang Optimal	51
	3.1.3. Contoh Numerik	53
	3.2. Model Persediaan Probabilistik dan Melibatkan Diskon	54
	3.2.1. Distribusi Gamma	57
	3.2.2. Formulasi Model Matematika	58
	3.2.3. Prosedur Pencarian Kuantitas Pemesanan dan <i>Reorder Point</i> yang Optimal	61
	3.2.4. Contoh Numerik	63
4	MODEL PERSEDIAAN DENGAN FAKTOR DETERIORASI	71
	4.1. Model dengan Permintaan Bergantung Pada Waktu dan Deteriorasi Konstan	72
	4.1.1. Formulasi Model Matematika	73
	4.1.2. Formulasi Biaya	74
	4.2. Model dengan Faktor Deteriorasi dan <i>All-units Discount</i>	77
	4.2.1. Formulasi Model Matematika	78
	4.2.2. Algoritma Pencarian Solusi Optimal	85
5	MODEL PERSEDIAAN DENGAN KEBIJAKAN <i>BACKORDER</i>	91
	5.1. Formulasi Model Matematika	93
	5.2. Formulasi Biaya	95
6	MODEL PERSEDIAAN DENGAN KEBIJAKAN RETUR	99
	6.1. Formulasi Model Matematika	99
	6.2. Formulasi Biaya	102
	6.3. Pengembangan Model	105
7	MODEL PERSEDIAAN BARANG MULTI-ITEM	111
	7.1. Model Persediaan Multi-Item dengan Permintaan Deterministik	112
	7.2. Formulasi Model Matematika	114
	7.3. Algoritma Pencarian Solusi Optimum	121

8	PENUTUP	125
	DAFTAR PUSTAKA	129
	LAMPIRAN	135
	PROFIL PENULIS	147

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Biaya-biaya di dalam model persediaan	3
Gambar 1.2	Ilustrasi model EOQ	6
Gambar 1.3	Biaya-biaya dalam model EOQ	7
Gambar 1.4	Model EOQ dengan <i>backorder</i>	11
Gambar 1.5	Diagram Alir untuk <i>All-units quantity discount</i>	16
Gambar 1.6	Diagram Alir untuk <i>incremental quantity discount</i>	20
Gambar 2.1	Jumlah persediaan dengan permintaan bergantung pada persediaan	25
Gambar 2.2	Jumlah persediaan dengan Permintaan Bergantung pada Persediaan dan Harga Jual	29
Gambar 2.3	Jumlah persediaan dengan Permintaan Bergantung pada Waktu	39
Gambar 2.4	Diagram Alir Pencarian Solusi Optimal	44
Gambar 3.1	Model persediaan Dengan Permintaan Bergantung Pada Tingkat Persediaan dan Harga Jual	49
Gambar 3.2	Algoritma Pencarian Kuantitas Pemesanan yang Optimal	52
Gambar 3.3	Model Persediaan Permintaan Probabilistik	56
Gambar 3.4	Distribusi Gamma	57
Gambar 3.5	Diagram Alir Pencarian Jumlah Pemesanan Barang dan <i>Reorder Point</i> yang Optimal	62
Gambar 4.1	Jumlah persediaan dengan Permintaan Bergantung pada Waktu	72
Gambar 4.2	Model Persediaan Barang <i>EOQ</i> Dengan Mempertimbangkan Faktor Kedaluwarsa Barang.	79
Gambar 5.1	Model Persediaan dengan Permintaan Bergantung Pada Persediaan dan Mempertimbangkan <i>Backorder</i>	93
Gambar 6.1	Representasi Persediaan dalam Satu Siklus T	101
Gambar 6.2	Diagram Alir untuk Penentuan Solusi Optimal	108
Gambar 7.1	Model Persediaan <i>Multi Item</i> dengan Kebijakan <i>Joint Order</i>	114
Gambar 7.2	Tingkat Persediaan untuk Satu Siklus T	115
Gambar 7.3	Diagram Alir Pencarian Solusi Optimum	122

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Pengaruh kesalahan estimasi pada jumlah barang dan biaya persediaan	10
Tabel 2.1	Iterasi Nilai Q dan R	46
Tabel 3.1	Solusi untuk $\beta = 0.2$	54
Tabel 3.2	Solusi untuk $\beta = 0.3$	54
Tabel 3.3	Harga Penawaran Barang dari Pihak Pemasok	56
Tabel 3.4	Nilai R Pada Tingkat Unit Harga Pembelian Barang	64
Tabel 3.5	Nilai Q Pada Tingkat Unit Harga Pembelian Barang	64
Tabel 3.6	Validasi Nilai Q	65
Tabel 3.7	Biaya Total Persediaan pada Tingkat Harga Pembelian,	65
Tabel 3.8	Nilai R , Q , dan Validasi Q pada Tingkat Harga Pembelian dengan <i>Service Level</i> /90%	66
Tabel 3.9	Biaya Total Persediaan pada Tingkat Harga Pembelian dengan <i>Service Level</i> /90%	66
Tabel 3.10	Nilai R , Q , dan Validasi Q pada Tingkat Harga Pembelian dengan <i>Service Level</i> /95%	67
Tabel 3.11	Biaya Total Persediaan pada Tingkat Harga Pembelian dengan <i>Service Level</i> 95%	67
Tabel 3.12	Nilai R , Q , dan Validasi Q Pada Tingkat Harga Pembelian dengan <i>Service Level</i> 99%	68
Tabel 3.13	Biaya Total Persediaan Pada Tingkat Harga Pembelian dengan <i>Service Level</i> 99%	69
Tabel 6.1	Pengaruh dari β dan θ terhadap T_r , Q dan TC	105
Tabel 7.1	Indikator Ketiga Jenis Makanan	123
Tabel 7.2	Harga Penawaran Tiap Unit yang Diberikan oleh Distributor untuk Ketiga Jenis Makanan	123

BAB 1

PERSEDIAAN



Di dalam suatu perusahaan, pengelolaan persediaan merupakan suatu faktor penting yang perlu diperhatikan terkait sistem rantai pasok untuk barang tersebut. Secara umum, persediaan di dalam suatu perusahaan dapat berupa bahan baku, barang setengah jadi ataupun barang jadi (Krajewski, et al., 2019). Untuk beberapa perusahaan tertentu barang-barang yang terkait dengan pemeliharaan, perbaikan dan operasi (*maintenance, repair and operation* – MRO) dan barang-barang untuk dijual kembali (*resale*) juga dapat dikategorikan sebagai persediaan (Johnson, 2020).

Bagi suatu perusahaan dagang, persediaan lebih terkait dengan barang jadi. Beberapa biaya yang muncul di dalam suatu sistem persediaan antara lain biaya pemesanan, biaya penyimpanan, biaya kekurangan dan biaya pembelian barang. Selain faktor biaya, faktor variasi dari permintaan barang, faktor deteriorasi (penurunan kualitas barang), faktor diskon yang ditawarkan oleh pihak pemasok dan faktor banyaknya macam barang yang terlibat juga berpengaruh di dalam sistem pengendalian barang tersebut.

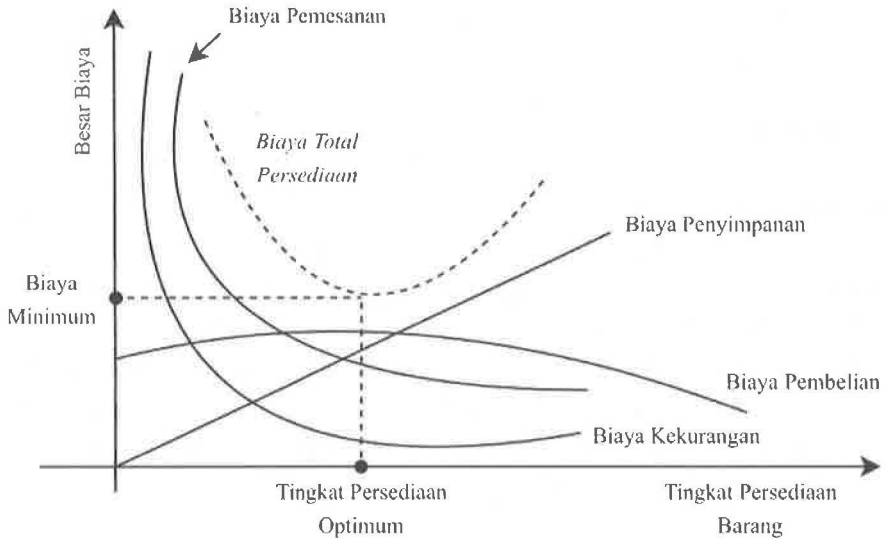
Sistem pengelolaan persediaan untuk mengantisipasi berbagai varian dari faktor-faktor di atas mutlak diperlukan agar biaya yang dikeluarkan untuk pengelolaan persediaan menjadi optimal. Terkait dengan permasalahan di

atas, diperlukan model-model matematika dan algoritma pencarian solusi yang optimal untuk permasalahan pengendalian persediaan di atas.

Persediaan bagi suatu industri manufaktur maupun pengecer merupakan salah satu faktor yang perlu diperhatikan untuk kelangsungan hidup industri tersebut. Di dalam pengelolaan persediaan, kuantitas pemesanan yang optimal dan waktu pemesanan yang optimal merupakan dua variabel keputusan yang sangat penting terutama dalam meminimumkan biaya total persediaan dalam suatu periode tertentu (Taha, 2017).

Menurut Tersine (1994), biaya persediaan secara umum meliputi biaya pembelian (*purchase cost*), biaya pemesanan (*setup/ordering cost*), biaya penyimpanan (*holding cost*), dan biaya kekurangan (*stockout cost*).

- Biaya pembelian adalah biaya yang dikeluarkan untuk pengadaan barang. Biaya ini merupakan faktor yang penting ketika pihak pemasok (*supplier*) menawarkan diskon untuk pembelian dalam jumlah yang banyak. Diskon ini pada beberapa kasus dapat menurunkan biaya total persediaan.
- Biaya pemesanan adalah biaya yang terjadi ketika pemesanan dilakukan. Biaya ini meliputi antara lain biaya pengiriman barang, biaya pengujian kualitas, ataupun biaya kontrak pembelian dengan pihak pemasok. Pemesanan yang dilakukan dalam jumlah yang tidak terlalu besar akan mengakibatkan frekuensi pemesanan dalam satu periode semakin sering dan akan mengakibatkan biaya pemesanan dalam satu periode menjadi besar. Sebaliknya pemesanan dalam jumlah yang besar akan menyebabkan biaya pemesanan dalam satu periode menjadi rendah karena frekuensi pemesanan yang tidak terlalu sering.
- Biaya penyimpanan adalah biaya yang dikeluarkan untuk penyimpanan atau pemeliharaan barang sebelum dijual ke konsumen, misalnya biaya sewa gudang, atau biaya asuransi atas barang yang disimpan. Biaya penyimpanan akan semakin besar jika barang yang disimpan semakin banyak dan umumnya biaya ini ditetapkan sebagai fraksi dari harga jual barang tersebut.
- Biaya kekurangan adalah biaya yang terjadi karena ketidakersediaan barang ketika ada permintaan dari pelanggan. Kekurangan barang dapat berakibat pada kemungkinan berkurangnya potensi pendapatan dan berkurangnya kepercayaan konsumen pada perusahaan. Dua kebijakan yang umum dilakukan untuk menangani adanya kekurangan barang adalah dengan *backorder* dan *lost sales*.



Gambar 1.1. Biaya-biaya di dalam model persediaan (Taha, 2007)

Gambar 1.1. di atas menjelaskan bagaimana variasi dari empat komponen jenis biaya yang saling berinteraksi dalam menciptakan biaya total persediaan. Di mana pemasokan persediaan barang dalam jumlah banyak akan menyebabkan peningkatan biaya penyimpanan, peningkatan biaya pembelian (apabila tidak adanya diskon yang diberikan *supplier* kepada perusahaan untuk pembelian barang dalam jumlah yang banyak), sedangkan biaya pemesanan dan biaya kekurangan akan menyusut. Hal ini terjadi karena dengan jumlah persediaan barang yang banyak menyebabkan frekuensi pemesanan menjadi jarang dan kecil kemungkinannya untuk terjadinya kekurangan barang, sehingga kebutuhan konsumen akan barang tersebut selalu dapat terpenuhi. Sebaliknya, apabila dilakukan pengadaan persediaan barang dalam jumlah sedikit akan menyebabkan biaya pemesanan dan biaya kekurangan barang membesar, sedangkan biaya penyimpanan dan biaya pembelian menjadi lebih murah.

Hal ini terjadi seiring dengan frekuensi pemesanan yang lebih sering dan peluang untuk terjadinya kekurangan barang sangat besar sehingga konsumen menjadi kecewa ketika barang yang dinginkannya tidak tersedia. Dengan adanya kontradiksi di antara berbagai hubungan komponen biaya, maka perlu dicari solusi tentang jumlah persediaan barang yang dapat meminimumkan biaya total persediaan. Selain meminimumkan biaya total persediaan, hal lain yang perlu dicatat adalah bahwa untuk mendapatkan

kuantitas pesanan yang optimum, dapat dilihat pula dari titik persilangan pada kurva biaya pemesanan dan kurva biaya penyimpanan.

1.1. Model EOQ

Model pengelolaan persediaan yang pertama dan paling sederhana adalah model *Economic Order Quantity* (EOQ). Model ini pertama kali diperkenalkan oleh Ford Whitman Harris pada tahun 1913, melalui papernya yang berjudul "How Many Parts to Make at Once" yang dipublikasikan pada *Factory, The Magazine of Management* **10**(2), 135-136, 152, February 1913. Model EOQ ini merupakan model dasar dan selalu menjadi referensi dari banyak buku di bidang persediaan atau rantai pasok (misalnya pada Bowersox, et al. (2020), Render, et al. (2018), Stock dan Manrodt (2020), Swink, et al. (2020)).

Asumsi yang digunakan oleh Harris dalam model EOQ adalah:

1. Laju permintaan ("*movement*") diketahui, konstan dan kontinu (dalam suatu proses produksi yang kontinu).
2. Tidak ada *lead time* (waktu tunggu antara pemesanan barang sampai barang diterima).
3. Tidak dimungkinkan terjadinya kekurangan barang.
4. Struktur biaya tetap yang mencakup biaya pemesanan (*set-up cost*) dan biaya simpan (*interest and depreciation on stock*). Biaya pemesanan besarnya tetap tanpa melihat banyaknya pesanan dan biaya simpan merupakan fungsi linear dari biaya pembelian.
5. Model dikembangkan hanya untuk satu macam barang.
6. Tidak ada batasan ruang penyimpanan ataupun dana untuk membeli barang.

Dengan menggunakan asumsi di atas dan notasi di bawah ini, maka dapat diturunkan suatu formulasi untuk model EOQ klasik (notasi tidak mengikuti notasi yang digunakan Harris, melainkan mengikuti notasi dari Tersine).

- R : permintaan tahunan (dalam unit)
 Q : kuantitas pemesanan (dalam unit)
 P : biaya pembelian per unit barang
 C : biaya pemesanan per sekali pemesanan
 H : biaya penyimpanan per unit per tahun, biasa dinyatakan sebagai PF , dengan F adalah fraksi dari biaya pembelian per unit barang.

Biaya persediaan tahunan $TC(Q)$ untuk model EOQ klasik ini diberikan oleh:

$$TC = PR + C \frac{R}{Q} + H \frac{Q}{2}$$

Suku pertama, kedua dan ketiga di ruas kanan pada persamaan di atas, masing-masing menyatakan biaya pembelian, biaya pemesanan dan biaya penyimpanan dalam satu tahun. Biaya pembelian tahunan PR , merupakan perkalian dari banyaknya permintaan dalam satu tahun, R , dengan biaya pembelian per unit barang, P . Sementara itu, frekuensi pemesanan dalam satu tahun diberikan oleh besaran $\frac{R}{Q}$, sehingga besarnya biaya pemesanan dalam satu tahun diberikan oleh suku kedua pada ruas kanan persamaan di atas. Biaya penyimpanan dalam satu tahun diperoleh dari perkalian biaya penyimpanan per unit per tahun H , dengan rata-rata persediaan yang disimpan, yaitu $\frac{Q}{2}$, seperti diberikan oleh suku ketiga pada ruas kanan persamaan di atas.

Bentuk dari biaya persediaan di atas dapat juga dituliskan sebagai biaya tetap (*fixed cost*) untuk suku yang pertama (biaya pembelian) dan biaya variabel (*variable cost*) untuk suku kedua dan ketiga (biaya pemesanan dan biaya penyimpanan).

$$TC(Q) = PR + C \frac{R}{Q} + H \frac{Q}{2} = FC + VC$$

dengan $FC = PR$ dan $VC(Q) = C \frac{R}{Q} + H \frac{Q}{2}$.

Ilustrasi dari dinamika banyaknya persediaan setiap waktu diberikan pada gambar berikut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Akan, M., Albey, E., dan Güler, M.G. 2021. Optimal pricing and inventory strategies for fashion products under time-dependent interest rate and demand. *Computers & Industrial Engineering* 154, 107149. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107149>
- [2]. Alfares, H.K. dan Ghaithan, A.M. 2016. Inventory and pricing model with price-dependent demand, time-varying holding cost, and quantity discounts. *Computers & Industrial Engineering* 94, 170-177. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2016.02.009>
- [3]. Bowersox, D.J., Closs, D.J., Cooper, M.B. dan Bowersox, J.C. 2020. *Supply Chain Logistics Management*, 5th edition, McGraw Hill, New York.
- [4]. Cárdenas-Barrón, L.E., Shaikh, A.A., Tiwari, S. dan Treviño-Garza, G 2020. An EOQ inventory model with nonlinear stock dependent holding cost, nonlinear stock dependent demand and trade credit. *Computers & Industrial Engineering* 139 105557. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.12.004>
- [5]. Canyakmaz, C., Özekici, S., dan Karaesmen, F. 2019. An inventory model where customer demand is dependent on a stochastic price process. *International Journal of Production Economics*, 212, 139-152. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.01.039>
- [6]. Chang, C-T., Chen, Y-J., Tsai, T-R dan Wu, S-J., 2010, Inventory Models with Stock and Price Dependent Demand for Deteriorating Items Based on Limited Shelf Space, *Yugoslav Journal of Operational Research*, 20(1) 55-69.
- [7]. Das, S.C., Zidan, A.M., Manna, A.K., Shaikh, A.A., dan Bhunia, A.K (2020). An application of preservation technology in inventory control system with price dependent demand and partial backlogging. *Alexandria Engineering Journal* 59(3), 1359-1369. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2020.03.006>
- [8]. Dutta, D. dan Kumar, P. 2015a. A partial backlogging inventory model for deteriorating items with time-varying demand and holding cost: An interval number approach. *Croatian Operational Research Review*, 6, 321–334. <https://doi.org/10.17535/crorr.2015.0025>
- [9]. Dutta, D. dan Kumar, P. 2015b. A partial backlogging inventory model for deteriorating items with time-varying demand and holding cost.

International Journal of Mathematics in Operational Research, 7(3), 281-296.

- [10]. Harris, F.W. 1913. How Many Parts to Make at Once *Factory, The Magazine of Management* 10(2), 135-136, 152.
- [11]. Indrajitsingha, S.K., Raula, P., Samanta, P., Misra, U., dan Raju, L.K. 2021. An EOQ model of selling-price-dependent demand for non-instantaneous deteriorating items during the pandemic COVID-19, *Walaikak Journal of Science and Technology* 18(12), 13398. <https://doi.org/10.48048/wjst.2021.13398>
- [12]. Indrianti, N., Ming, T., dan Toha, Isa S., 2001, Model Perencanaan Kebutuhan Bahan Dengan Mempertimbangkan Waktu Kedaluwarsa Bahan, *Media Teknik*, No. 2, 60-65.
- [13]. Jadidi, O., Jaber, M.Y., dan Zolfaghari, S. 2017. Joint pricing and inventory problem with price-dependent stochastic demand and price discounts. *Computers & Industrial Engineering*. 114, 45-53. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2017.09.038>
- [14]. Johnson, P.F. 2020. *Purchasing and Supply Management* 16th edition, McGraw Hill, New York.
- [15]. Khan, M. A., Shaikh, A.A., Konstantaras, I., Bhunia, A.K. and Cárdenas-Barrón, L.E 2020. Inventory models for perishable items with advanced payment, linearly time-dependent holding cost and demand dependent on advertisement and selling price. *International Journal of Production Economics*. 230 107804. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107804>
- [16]. Krajewski, L.J., Malhotra, M.K. dan Ritzman, L.P. 2019. *Operations management Processes and Supply Chains*, 12th edition., Pearson, Harlow, England.
- [17]. Levin, R.I., McLaughlin, C.P., Lamone, R.P., dan Kottas, J.F., 1972, *Productions/Operations Management : Contemporary Policy for Managing Operating Systems*, McGraw-Hill, New York.
- [18]. Li, R; Lan, H and Mawhinney, J.R. 2010. A Review on Deteriorating Inventory Study. *Journal of Service Science & Management*. 3, 117-129.
- [19]. Limansyah, T. and Lesmono, D. 2019. Probabilistic Inventory Model with Expiration Date and All-Units Discount. *IOP Conf. Series.: Materials Science and Engineering* 546 052042. 10.1088/1757-899X/546/5/052042
- [20]. Limansyah, T. dan Lesmono, D. 2020. A Mathematical Model for Inventory and Price-Dependent Demand with All-Units Discount. *IOP Conf. Series: Journal of Physics*, 1490 012051. 10.1088/1742-6596/1490/1/012051

- [21]. Limansyah, T. dan Lesmono, D 2022. A Mathematical Model for Inventory-Dependent Demand and Backorder, AIP Conference Proceedings 2641, 030006; <https://doi.org/10.1063/5.0115420>
- [22]. Limansyah, T., Lesmono, D. dan Sandy, I. 2020. Economic order quantity model with deterioration factor and all-units quantity discount. *IOP Conf. Series: Journal of Physics*, 1490 012052 [10.1088/1742-6596/1490/1/012052](https://doi.org/10.1088/1742-6596/1490/1/012052)
- [23]. Loedy, N., Lesmono, D. dan Limansyah, L. 2018. An Inventory-Dependent Demand Model with Deterioration, All-units Discount and Return. *IOP Conf Series: Journal of Physics*, 1108 012010: [10.1088/1742-6596/1108/1/012010](https://doi.org/10.1088/1742-6596/1108/1/012010)
- [24]. Macias-López, A., Cárdenas-Barrón, L.E., Peimbert-Garcia, R.E. dan Mandal B. 2021. An Inventory Model for Perishable Items with Price-, Stock-, and Time-Dependent Demand Rate considering Shelf-Life and Nonlinear Holding Costs. *Mathematical Problems in Engineering*. Volume 2021. Article ID 6630938. <https://doi.org/10.1155/2021/6630938>
- [25]. Mahata, P., Mahata, G.C. dan Mukherjee, A. 2019. An ordering policy for deteriorating items with price-dependent iso-elastic demand under permissible delay in payments and price inflation. *Mathematical and Computer Modelling of Dynamical Systems*. 25(6), 575-601. <https://doi.org/10.1080/13873954.2019.1677724>
- [26]. Nagare, M. dan Dutta, P. 2012. Continuous Review Model for Perishable Products with Inventory Dependent Demand. *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists (IMECS 2012)*, II, Hong Kong.
- [27]. Namit, Kal, dan Chen, Jim, 1999, Solution to the $\langle Q, r \rangle$ Inventory Model for Gamma Lead-Time Demand, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 29(2), pp. 138-151.
- [28]. Nockowska-Rosiak, M., Hachula, P. dan Schmeidel, E. 2016. Stability of equilibrium points of demand-inventory model with stock-dependent demand. *Journal of Difference Equations and Applications*. 22(10), 1490-1500. <https://doi.org/10.1080/10236198.2016.1208188>
- [29]. Önal, M., Yenipazarli, A., dan Kundakcioglu, O.E. 2016. A mathematical model for perishable products with price- and displayed-stock-dependent demand. *Computers & Industrial Engineering* 102, 246-258. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2016.11.002>

- [30]. Palanivel, M dan Suganya, M. 2021. Partial backlogging inventory model with price and stock level dependent demand, time varying holding cost and quantity discounts'. *Journal of Management Analytics*. <https://doi.org/10.1080/23270012.2021.1887771>
- [31]. Pando, V., San-José, L A., Sicilia, J. dan Alcaide-López-de-Pablo, D. 2021. Maximization of the return on inventory management expense in a system with price- and stock-dependent demand rate. *Computers and Operations Research* 127 105134. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2020.105134>
- [32]. Pervin, M., Roy, S K, dan Weber, G-W. 2018. Analysis of inventory control model with shortage under time-dependent demand and time-varying holding cost including stochastic deterioration. *Annals of Operations Research* 260 437-460. <https://doi.org/10.1007/s10479-016-2355-5>
- [33]. Prasetyo, H., Nugroho, Munajat T., dan Pujiarti A., 2006, Pengembangan Model Persediaan Bahan Baku Dengan Mempertimbangkan Waktu Kedaluwarsa dan Faktor Unit Diskon, *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, Vol. 4(3), 115-122.
- [34]. Ray, J. (2017). Deterioration and its Uncertainty in Inventory Systems. *Global Journal of Pure and Applied Mathematics*, 13 (8), 4003-4014.
- [35]. Render, B., Stair Jr, R.M., Hanna, M.E. dan Hale, T.S. 2018. *Quantitative Analysis for Management* 13th edition, Pearson, Harlow, England.
- [36]. Ricardo, C., Lesmono, D and Limansyah, T .2017. Pengembangan Model Persediaan Continuous Review dengan All Unit Discount dan Faktor Kedaluwarsa. *Jurnal Teknik Industri*, 19 (1), 29-38.
- [37]. San-José, L A., Sicilia, J., Pando, V., & Alcaide-López-de-Pablo, D. 2022. An inventory system with time-dependent demand and partial backordering under return on inventory investment maximization. *Computers and Operations Research* 145 105861 <https://doi.org/10.1016/j.cor.2022.105861>
- [38]. Saha, S. dan Sen, N. 2019. An inventory model for deteriorating items with time and price dependent demand and shortages under the effect of inflation. *International Journal of Mathematics in Operational Research*. 14(3) 377-388. <https://doi.org/10.1504/IJMOR.2019.10020786>
- [39]. Setiawan, S.W., Lesmono, D, and Limansyah, T .2018. A Perishable Inventory Model with Return. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 335 012049 [10.1088/1757-899X/335/1/012049](https://doi.org/10.1088/1757-899X/335/1/012049)

- [40]. Shah, N.H. dan Naik, M.K. 2018. Inventory Policies for Price-Sensitive Stock-Dependent Demand and Quantity Discounts. *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences*. 3(3), 245-257. <https://dx.doi.org/10.33889/IJMEMS.2018.3.3-017>
- [41]. Shah, N.H., Rabari, K., dan Patel, E. 2022. A Deteriorating Inventory Model Under Overtime Production and Credit Policy for Stock- and Price Sensitive Demand Function. *Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications* 5(2), 85-98. <https://doi.org/10.31181/oresta210322106s>
- [42]. Sharmila, D. and Uthayakumar, R. 2015. Inventory model for deteriorating items involving fuzzy with shortages and exponential demand. *International Journal of Supply and Operations Management*. 2(3), 888-904.
- [43]. Shenoy, D. and Rosas, R. 2018. *Problems & Solutions in Inventory Management*. Springer, Switzerland.
- [44]. Silver, E.A. dan Peterson, R., 1985, *Decision Systems for Inventory Management and Production Planning*, 2nd Ed., Wiley, New York.
- [45]. Singh, T., Mishra, P.J, and Pattanayak, H. 2017. An optimal policy for deteriorating items with time-proportional deterioration rate and constant and time-dependent linear demand rate. *Journal of Industrial Engineering International* 13, 455-463.
- [46]. Stock, J.R. dan Manrodt, K.B. 2020. *Supply Chain Management*, McGraw Hill, New York.
- [47]. Swink, M., Melnyk, S.A. dan Hartley, J.L. 2020. *Managing Operations Across the Supply Chain*, 4th edition, McGraw Hill, New York.
- [48]. Taha, Hamdy A. 2007. *Operation Research: An Introduction*. 8th ed. Pearson Prentice Hall, New Jersey.
- [49]. Tashakkor, N., Mirmohammadi, S.H., dan Iranpoor, M. 2018. Joint optimization of dynamic pricing and replenishment cycle considering variable non-instantaneous deterioration and stock-dependent demand. *Computers & Industrial Engineering*. 123, 232-241. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.06.029>
- [50]. Teksan, Z.M. dan Geunes, J. 2016. An EOQ model with price-dependent supply and demand. *International Journal of Production Economics*. 178 22-33. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.04.023>
- [51]. Tersine, R. J., 1994, *Principles of Inventory and Material Management*, 4th ed., Prentice Hall, New Jersey.

- [52]. Tyworth, John E., and Ganeshan, Ram, 2000, Research Note : A Note on Solution to the $\langle Q, r \rangle$ Inventory Model for Gamma Lead-Time Demand, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 30(6), 534-539.
- [53]. Urban, T.L. 2005. Inventory models with inventory-level-dependent demand: A comprehensive review and unifying theory. *European Journal of Operational Research* 162 (3), 792-804. 10.1016/j.ejor.2003.08.065
- [54]. Vora, V. dan Gothi, U.B. 2020. Deterministic inventory model for deteriorating item with price dependent demand rate and inflation. *International Journal of Scientific Research in Mathematical and Statistical Sciences*, 7(6), 20-28. <http://doi.org/10.26438/ijstrmss>
- [55]. Wang, F., Fang, X., Chen, X. dan Li, X .2016. Impact on inventory inaccuracies on product with inventory-dependent demand. *International Journal of Production Economics* 177, 118-130. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.04.019>

Profil Penulis

Dharma Lesmono

Dharma Lesmono menyelesaikan pendidikan Sarjana Matematika di Institut Teknologi Bandung (ITB) pada tahun 1993 dan Sarjana Akuntansi di Universitas Katolik Parahyangan (UNPAR) pada tahun 1995. Menjadi dosen di Jurusan Matematika UNPAR sejak tahun 1993. Program Magister diselesaikannya pada bidang Teknik dan Manajemen Industri ITB pada tahun 1997 dan pada bidang Engineering Mathematics The University of Twente di Belanda pada tahun 1999. Pada tahun 2006 menyelesaikan program Doktor di bidang Matematika di The University of Queensland Australia. Bidang minat pada Penelitian Operasional, Model-model Persediaan dan Rantai Pasok dan Teori Permainan. Mata kuliah yang diampu di UNPAR antara lain Model-model Persediaan, Optimasi, Proses Stokastik, Pemrograman Non Linear dan Teori Permainan.



Taufik Limansyah

Taufik Limansyah memperoleh gelar Sarjana Matematika dari Universitas Katolik Parahyangan diperoleh pada tahun 2006 dan pada tahun yang sama juga mengawali karir sebagai dosen pada Program Studi Matematika Universitas Katolik Parahyangan hingga saat ini. Tahun 2012 lulus dari Magister Teknik Industri Universitas Katolik Parahyangan dengan kajian mengenai model-model persediaan. Pandangan dan ketertarikan mengenai berbagai masalah-masalah yang dijumpai pada persediaan yang telah diperoleh saat magister, senantiasa terus menerus dilakukan pendalaman, pengasahan, dan pengembangan mengenai model-model persediaan hingga saat ini yang telah banyak dituangkan dalam berbagai hasil-hasil penelitian dan publikasi baik pada tingkat nasional maupun internasional.



2

Ignatius A. Sandy

Ignatius A. Sandy adalah seorang dosen di Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Katolik Parahyangan sejak tahun 1999. Mata kuliah yang pernah diajarkan olehnya adalah Pemrograman Komputer, Sistem Informasi, Statistika Deskriptif, Statistika Inferensi, Analisis Keputusan, Penelitian Operasional 1 dan 2, Simulasi Sistem, Sistem Pendukung Keputusan, Kalkulus 1 dan 2, Manajemen



Hubungan Pelanggan dan Teknologi. Pernah menjabat sebagai Ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Katolik Parahyangan dan Kepala Kelompok Bidang Ilmu Teknologi Informasi pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Katolik Parahyangan. Sebelum menjadi dosen tetap, aktif bekerja di berbagai tempat dengan keahlian Perancangan Sistem Informasi untuk berbagai perusahaan. Selain itu mengajar berbagai mata kuliah pada beberapa jurusan di Universitas Katolik Parahyangan sebagai dosen tidak tetap. Yang bersangkutan menempuh studi sarjana di Jurusan Matematika Institut Teknologi Bandung kemudian meneruskan pada Program Magister Teknik dan Manajemen Industri Institut Teknologi Bandung.

Kegiatan proses bisnis perusahaan senantiasa berlangsung setiap hari dimulai dari proses menghasilkan barang, diikuti pendistribusian barang, hingga akhirnya barang tersebut sampai ke konsumen. Menghadapi kondisi yang semakin modern dan dinamis, suatu perusahaan dapat menjalankan kegiatan bisnis dengan baik jika memiliki konsep pengelolaan persediaan yang baik. Tantangan yang dihadapi perusahaan dalam melakukan pengelolaan persediaan menjadi sesuatu hal yang kompleks, yang ditandai dengan banyak faktor yang perlu dipertimbangkan, seperti pola permintaan konsumen yang senantiasa dinamis, faktor harga dan diskon, variasi barang-barang yang dimiliki perusahaan, faktor usia barang, kebijakan penanganan kekurangan persediaan, dan sebagainya. Dengan pengelolaan persediaan yang baik, perusahaan dapat menjalankan kegiatan bisnisnya secara efektif dan efisien serta dapat mengeluarkan biaya pengelolaan persediaan dengan hemat.

Buku **Pengantar Pemodelan Matematika untuk Sistem Persediaan** merupakan buku yang tepat bagi pembaca yang tertarik mengenai cara mengelola persediaan barang. Buku ini terdiri dari delapan bab mengenai mengelola persediaan dilihat dari sudut pandang secara matematis dengan berbagai faktor yang mempengaruhinya seperti pola permintaan konsumen, faktor usia barang, faktor harga dan diskon, dan kebijakan *backorder*.



Jalan Ciumbuleuit 100
Bandung 40141
unparpress@unpar.ac.id

