

PENENTUAN HARGA OPTIMUM GAMIS BERDASARKAN PRICE-DEMAND RELATIONSHIP DAN MODEL DYNAMIC PRICING UNTUK MEMAKSIMALKAN KEUNTUNGAN PENJUALAN PADA RETAIL FASHION MUSLIM MENGGUNAKAN METODE OPTIMASI PEMROGRAMAN LINIER

DETERMINING OPTIMUM PRICE FOR FASHION PRODUCT BASED ON PRICE-DEMAND RELATIONSHIP AND DYNAMIC PRICING MODEL TO MAXIMIZE PROFIT IN MOSLEM RETAIL FASHION USING LINEAR PROGRAMMING

Mohammad Ilham Bukhori¹, Rio Aurachman², Mohammad Deni Akbar³

^{1,2,3} Universitas Telkom, Bandung

¹akirarenzo@student.telkomuniversity.ac.id, ²riourachman@telkomuniversity.ac.id,

³denimath@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Permasalahan utama yang dihadapi oleh retail adalah adanya peningkatan permintaan yang cenderung bersifat musiman dan tidak adanya kebijakan terhadap harga produk yang sesuai pada periode-periode tertentu. Penentuan harga yang masih intuitif juga menyebabkan sulitnya pihak retail dalam mengambil keputusan untuk strategi perusahaan. Ketidakpastian terhadap kondisi dan belum adanya metode yang digunakan akan berdampak pada keuntungan penjualan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengusulkan penetapan harga optimum dengan model dynamic pricing dimana pada model ini akan menghasilkan kebijakan harga yang optimum berdasarkan permintaan historis dan beberapa kebijakan yang ditetapkan oleh retail. Penelitian ini menggunakan dynamic pricing untuk memaksimalkan pendapatan dengan memodelkan pengaruh harga terhadap permintaan. Model permintaan yang akan digunakan oleh penulis adalah model linier dan model eksponensial dikarenakan penulis mempertimbangkan adanya pengaruh dari variabel harga (X) terhadap kuantitas penjualan (Y). Selanjutnya penulis menggunakan pendekatan nonlinear programming dengan mempertimbangkan model permintaan yang memiliki nilai error yang terendah. Berdasarkan model dynamic pricing yang telah diterapkan dengan mengoptimalkan keuntungan penjualan berdasarkan variabel harga yang optimal didapatkan peningkatan keuntungan penjualan pada periode yang ditentukan yaitu 3.25% untuk musim rendah, 5.44% untuk musim sedang, dan 34.48% untuk musim tinggi.

Keywords: *dynamic pricing*, model permintaan linier, model permintaan eksponensial, musim rendah, musim sedang, musim tinggi, retail

Abstract

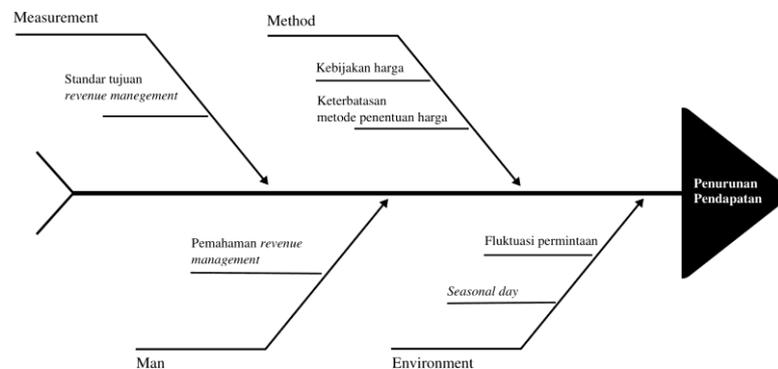
The main problems faced by retailers are an increase in demand which tends to be seasonal and there is no policy on product prices that are appropriate in certain periods. Intuitive pricing also makes it difficult for retailers to make decisions for the company's strategy. Uncertainty about the conditions and the absence of the method used will have an impact on sales profits. The purpose of this research is determining optimum pricing with dynamic pricing model where this model will produce optimum pricing policies based on historical demand and several policies set by retailers. This research uses dynamic pricing to maximize revenue by modeling the effect of price on demand. The demand model that will be used is a linear model and an exponential model because this research considers the influence of the price variable (X) on the sales quantity (Y). Furthermore, the research uses nonlinear programming approach by considering the demand model that has the lowest error value. Based on the dynamic pricing model that has been applied by optimizing the sales profit based on the optimal price variable, it is found that the increase in sales profit in the specified period is 3.25% for the low season, 5.44% for the mid-season, and 34.48% for the high season.

Kata kunci: *dynamic pricing*, exponential demand model, high season, linear demand model, low season, mid-season

I. Pendahuluan

Dewasa ini seiring majunya globalisasi meningkat pula permintaan di berbagai sektor perindustrian. Salah satu permintaan yang meningkat secara signifikan ialah pada industri pakaian. Menurut Badan Pusat Statistik pada 3 bulan pertama tahun 2019 produksi industri pakaian jadi tumbuh sebesar 29,19% secara tahunan. Saat ini pula industri pakaian di Indonesia telah menyumbang kontribusi terhadap Pendapatan Domestik Bruto (PDB) nasional sebesar 3.76%, meningkat 8.7% dari tahun sebelumnya dengan nilai ekspor mencapai USD13.29 milyar pada tahun 2017.

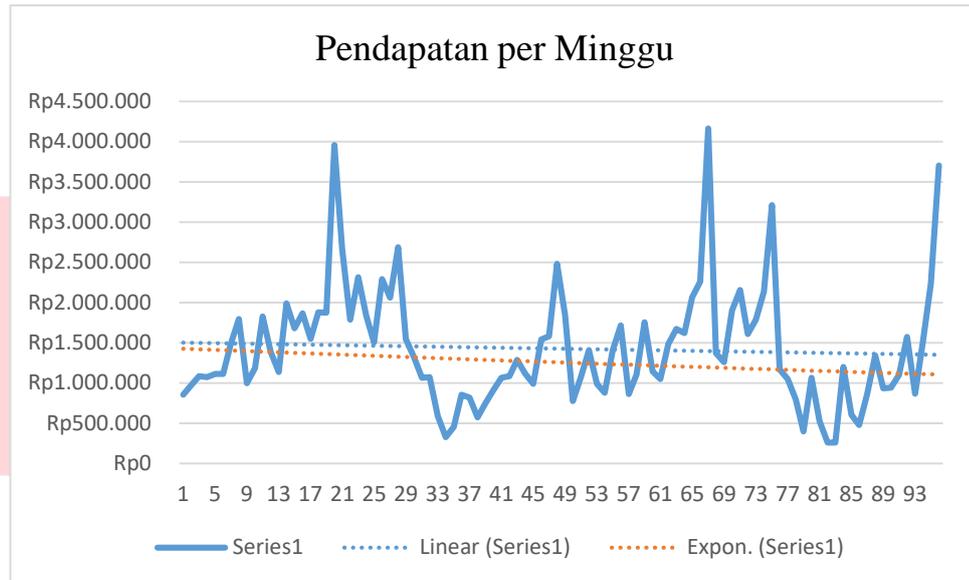
Seiring berjalannya waktu maka semakin banyaknya permintaan akan busana muslim saat ini. Hal ini juga meningkatkan pengusaha untuk bersaing dalam penjualan busana muslim. Pergerakan marketplace dalam situasi pandemi juga sedang meningkat. Saat ini salah satu pergerakan ekonomi terbesar berasal dari marketplace dimana para wirausaha bersaing dalam memasarkan produk mereka. Pada tugas akhir ini, penulis akan mengkaji permasalahan rantai pasok pada salah satu retail fashion muslim yang berada di kota Cirebon, Jawa Barat. Terdapat beberapa permasalahan yang ditemukan peneliti yang dapat dilihat pada Gambar 1.1



Gambar 1.1 Diagram *Fishbone*

Pada retail fashion muslim tersebut menjual berbagai busana muslim salah satunya adalah gamis, yang terbagi menjadi beberapa varian. Gamis-gamis di distribusikan melalui saluran luring maupun daring. Pihak retail tersebut belum menentukan harga gamis sebagai acuan pada setiap periodenya, sehingga produk yang terjual seringkali memiliki harga yang berbeda bergantung negosiasi yang dilakukan customer. Hal ini yang dapat menyebabkan revenue yang tidak maksimal terlebih pada periode tertentu yang memiliki permintaan yang tinggi.

Revenue yang tidak maksimal yang diakibatkan oleh penentuan harga ini memicu permasalahan terhadap retail fashion muslim. Hal ini mengakibatkan penurunan terhadap keuntungan penjualan tiap gamis yang berkontribusi besar pada keberlangsungan bisnis gamis.



Gambar 1.2 Pendapatan per Minggu

Berdasarkan pada Gambar 1.2, terdapat 2 *trendline* yang menunjukkan tren linier (*blue-line*) dan tren eksponensial (*orange-line*). Grafik pendapatan pada gamis dari kedua tren menunjukkan tren menurun dari tahun 2019 hingga tahun 2020. Hal ini juga menandakan bahwa daya jual gamis pada tahun 2020 menurun [1]. Terdapat beberapa bulan yang memiliki peningkatan *revenue* yang signifikan dibanding bulan-bulan sebelumnya. Hal ini disebabkan terjadinya hari perayaan muslim yang berdampak pada meningkatnya penjualan gamis.

Penelitian kali ini berfokus terhadap peningkatan keuntungan penjualan yang menggunakan harga sebagai variabel kontrol. Data yang tersajikan juga membuktikan adanya tren secara musiman (*seasonal*). Permasalahan pada retail fashion ini dapat diselesaikan menggunakan konsep *revenue management* yang mana akan berfokus pada salah satu *pricing strategy* yaitu harga dinamis (*dynamic pricing*). *Revenue Management System (RMS)* pada retail adalah sebuah sistem pendukung yang mengimplementasikan metode optimisasi [2]. Tujuan utama dalam menggunakan *Revenue Management System* adalah dapat mengontrol harga atau kapasitas agar mendapat keuntungan yang maksimal [3]. Dalam konsep *revenue management*, terdapat tools yang dapat digunakan untuk meningkatkan *revenue* yaitu *non-pricing* dan *pricing* [4]. Pada penelitian ini akan berfokus menggunakan *pricing* sebagai tools untuk memaksimalkan keuntungan.

Retail fashion pada umumnya perlu menjual keseluruhan produk yang ada dalam stok di setiap musimnya, dikarenakan beberapa produk yang akan kehilangan nilainya diakhir tahun. Untuk mengatasi terjadinya *overstock* yang akan mengakibatkan menurunnya *revenue*, diperlukan adanya beberapa program seperti diskon pada produk untuk menjual produk tersebut. Dalam hal tersebut diperlukan *dynamic pricing strategy* untuk menentukan harga yang optimal [5]. *Dynamic Pricing* adalah sebuah strategi harga yang mana dapat menyesuaikan harga produk atau jasa sesuai dengan permintaan yang telah diketahui di waktu yang berbeda [1]. *Dynamic Pricing* juga efektif untuk digunakan dengan tujuan meningkatkan *revenue* dalam banyak industri yang memiliki tingkat ketidakpastian permintaan yang tinggi, salah satunya seperti fashion retail [6]. Berdasarkan hal tersebut, peneliti menyimpulkan bahwa *dynamic pricing* relevan dalam pemecahan masalah ini.

II. Landasan Teori

II.1 Revenue Management

Revenue Management (RM) adalah alat dalam penggunaan harga untuk meningkatkan surplus rantai pasok dan keuntungan yang dihasilkan dari ketersediaan yang terbatas dalam aset rantai pasok [7]. *RM* adalah instrumen penting untuk mencocokkan *supply* dan *demand* dengan mengkategorikan pelanggan ke segmen yang berbeda berdasarkan intensi pembelian.

Dalam arti lain *RM* juga mengarah pada strategi yang digunakan oleh banyak perindustrian untuk mengelompokkan produk-produk ke berbagai segmen yang sesuai dengan tujuan yaitu untuk mendapatkan keuntungan yang optimal dengan menawarkan produk yang tepat kepada konsumen

yang tepat melalui saluran distribusi yang tepat pada waktu dan harga yang tepat [8]. Berikut merupakan penjelasan dari konsep *revenue management* [9]:

1. *Right product*
Produk yang tepat merupakan produk yang ditentukan oleh pelanggan maupun pihak retail fashion seperti produk yang memberikan nilai kepada pelanggan sehingga menghasilkan kepuasan pelanggan terhadap produk, dan juga yang dapat menguntungkan untuk pihak retailer
2. *Right customer*
Customer memiliki berbagai macam preferensi. Sehingga tidak sedikit dari customer yang akan merugikan pihak retailer. Berdasarkan hal tersebut perlu diadakannya segmentasi terhadap pelanggan agar dapat menemukan produk yang tepat pada pelanggan yang tepat.
3. *Right price*
Penentuan harga merupakan faktor terpenting untuk mencapai tujuan keuntungan yang optimal bagi retailer. Oleh karena itu dibutuhkan segmentasi harga dan juga penyesuaian harga berdasarkan waktu dan permintaan agar mencapai harga yang tepat di waktu yang tepat untuk menarik pelanggan dan menghasilkan keuntungan yang optimal
4. *Right distribution channel*
Pihak retailer perlu membuat keputusan untuk menyalurkan produknya ke berbagai saluran distribusi. Contohnya adalah menjual produk ke saluran distribusi daring, dikarenakan saat ini banyak pelanggan yang cenderung menggunakan jalur yang lebih mudah. Hal ini juga memungkinkan untuk mendapatkan keuntungan dari kedua belah pihak.
5. *Right time*
Selain harga, faktor yang paling berpengaruh terhadap keuntungan optimal pada retail fashion adalah waktu. Dikarenakan pihak retail juga perlu untuk mengendalikan jumlah produknya agar tidak terjadi overstock [6]. Perubahan permintaan secara signifikan juga memungkinkan terjadi seperti pada retail fashion muslim terdapat perubahan permintaan yang signifikan pada hari raya dan di akhir tahun.
6. *Right communication*
Pada konsep *revenue management*, komunikasi pemasaran dari retailer dapat memengaruhi keuntungan penjualan. Seperti kemudahan mengakses layanan untuk membeli produk dan juga harga yang tersajikan dengan detail akan memengaruhi persepsi pelanggan.

Berdasarkan definisi-definisi tersebut, dalam tugas akhir ini penulis pada dasarnya menerapkan RM karena berusaha mengaplikasikan strategi penentuan harga dalam mencocokkan suplai dan permintaan untuk memaksimalkan keuntungan

II.2 Model Dynamic Pricing

Dynamic pricing adalah sebuah strategi harga yang mana dapat menyesuaikan harga produk atau jasa sesuai dengan permintaan yang telah diketahui di waktu yang berbeda. Konsep dari dynamic pricing adalah untuk membuat model terhadap harga produk terhadap produk yang memiliki model permintaan di waktu yang berbeda [1]. Berikut merupakan model dari dynamic pricing yang dijelaskan pada persamaan 2.1.

$$\pi Q_{it} = \sum_{t=1}^N (P_t Q_t - C_t Q_t) \quad (2.1)$$

Keterangan:

π = jumlah keuntungan penjualan selama horison perencanaan

N = jumlah periode pada horison perencanaan

t = periode t pada horison perencanaan

Q_t = jumlah penjualan produk pada periode t

P_t = harga rata-rata produk pada periode t

C_t = biaya satu ekstra produksi pada periode t

Berdasarkan fungsi tujuan diatas, maka ditetapkan juga fungsi pembatas yang digunakan untuk menentukan harga optimal yaitu pembatas kapasitas. Pembatas kapasitas merupakan jumlah produk yang dapat di produksi dalam periode tersebut berdasarkan regulasi dari perusahaan yang dikaji.

$$M_t \leq Q_t - \text{Batas bawah untuk kapasitas produk} \quad (2.2)$$

$$K_t \geq Q_t - \text{Batas atas untuk kapasitas produk} \quad (2.3)$$

Sementara, terdapat pembatas harga yang digunakan untuk menentukan *range* harga optimal. Pembatas tersebut didapatkan dari harga minimum dan maksimum pada produk pada periode t .

$$\underline{P}_t \leq P_t - \text{Batas bawah untuk penentuan harga} \quad (2.2)$$

$$\overline{P}_t \geq P_t - \text{Batas atas untuk penentuan harga} \quad (2.3)$$

Pada tugas akhir ini batas atas dan bawah harga ditetapkan dari harga minimum dan maksimum pada harga historis. Harga-harga tersebut sudah merepresentasikan batas bawah dan atas harga berdasarkan margin keuntungan pada penjualan produk.

Dalam model *dynamic pricing* juga terdapat satu komponen penting yang mana model tersebut memberikan efek dari faktor-faktor terhadap permintaan produk. Faktor yang paling penting dalam memengaruhi jumlah permintaan adalah harga pada produk. Permintaan pada produk dalam satu periode dapat bergantung pada harga produk pada periode tersebut dan juga sebelumnya, sehingga berdasarkan hal tersebut dapat didefinisikan dalam persamaan dibawah ini:

$$Q_t = \psi_t(P_1, P_2, \dots, P_N) \quad (2.4)$$

Dimana $\psi_t(\cdot)$ atau yang dapat disebut dengan *psi* merupakan model permintaan pada period ke t bergantung pada scenario yang berbeda, $\psi_t(\cdot)$ dapat memiliki model yang berbeda-beda. Dalam tugas akhir ini, $\psi_t(\cdot)$ merupakan model permintaan yang didapatkan dari model permintaan linear dan eksponensial. Berdasarkan persamaan 2.4 maka formulasi umum untuk *dynamic pricing* dapat dituliskan dalam persamaan 2.5:

$$\max \pi = \sum_{t=1}^N [\psi_t(P_1, P_2, \dots, P_N)(P_t - C_t)] \quad (2.5)$$

Tujuan dari model tersebut ialah untuk menentukan harga optimum.

II.3 Model Permintaan

Model permintaan merupakan sebuah model yang bertujuan untuk memprediksi jumlah permintaan pada periode t . Bergantung pada beberapa asumsi yang dibuat untuk menentukan model dari hubungan harga dan permintaan, $\psi_t(\cdot)$ memiliki beberapa model yang berbeda. Berikut merupakan model-model yang paling banyak digunakan untuk menentukan hubungan *price-demand* [1]:

1. Model Linier

Model linier merupakan model permintaan yang paling populer dalam kasus optimasi harga. Model tersebut mengasumsikan jika harga secara linier dependen kepada jumlah penjualan. Hal tersebut dapat dituliskan dalam persamaan berikut:

$$Q_t = \psi_t(P_1, P_2, \dots, P_N) = a_t + \sum_{j=1}^N b_{jt} P_j \quad (2.6)$$

Dimana a_t merupakan *intercept* dari model linier yang merepresentasikan jumlah pembeli yang diekspektasikan akan membeli produk pada periode t , dan b_{jt} merupakan parameter yang dikenal sebagai *slope* yang merepresentasikan pengaruh dari harga ke- j terhadap permintaan ke- t . Secara umum, parameter b_{jt} adalah negatif dikarenakan semakin tinggi harga untuk produk tersebut, maka jumlah produk yang diperkirakan terjual akan semakin menurun. Berdasarkan persamaan 2.5 dan 2.6 maka formulasi *dynamic pricing* dalam model linier tertulis pada persamaan 2.7

$$\max \pi = \sum_{t=1}^N [(a_t + \sum_{j=1}^N b_{jt} P_j)(P_t - C_t)] \quad (2.7)$$

2. Model Eksponensial

Model eksponensial atau yang biasa dikenal model log-linier mengasumsikan jika hubungan antara harga dan permintaan adalah eksponensial. Model permintaan ini mirip dengan model linier yang tertulis dalam persamaan 2.8:

$$Q_t = \psi_t(P_1, P_2, \dots, P_N) = e^{a_t + \sum_{j=1}^N b_{jt} P_j} \quad (2.8)$$

a_t dan b_t merupakan parameter yang sama dengan model linier yang merepresentasikan pengaruh harga terhadap kuantitas permintaan. Berdasarkan persamaan 2.8 maka didapatkan fungsi tujuan *dynamic pricing* untuk optimasi dengan model eksponensial yang tertulis pada persamaan 2.9:

$$\max \pi = \sum_{t=1}^N [(e^{a_t + \sum_{j=1}^N b_{jt} P_j})(P_t - C_t)] \quad (2.9)$$

II.4 Optimasi Pemrograman Linier

Pemrograman linier (LP) merupakan sebuah teknik dari penelitian operasional yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimasi secara maksimum ataupun minimum dengan menggunakan persamaan dan pertidaksamaan linier dengan memerhatikan berbagai batasan yang bertujuan untuk mencari solusi yang layak. Menurut Taha (2017) pemrograman linier berisikan tiga komponen dasar:

1. Variabel Keputusan

Variabel keputusan merupakan sebuah variabel yang akan ditentukan dan mempengaruhi nilai tujuan. Pada permasalahan ini, variabel keputusan akan berupa harga jual untuk setiap musim di horison perencanaan, dimana harga jual tersebut akan mempengaruhi fungsi tujuan yang berupa keuntungan penjualan.

2. Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan merupakan sebuah fungsi yang akan dimaksimalkan atau diminimalkan berdasarkan fungsi kendala. Fungsi tujuan pada permasalahan ini didapatkan dari formulasi model *dynamic pricing* yang mana akan memaksimalkan keuntungan penjualan

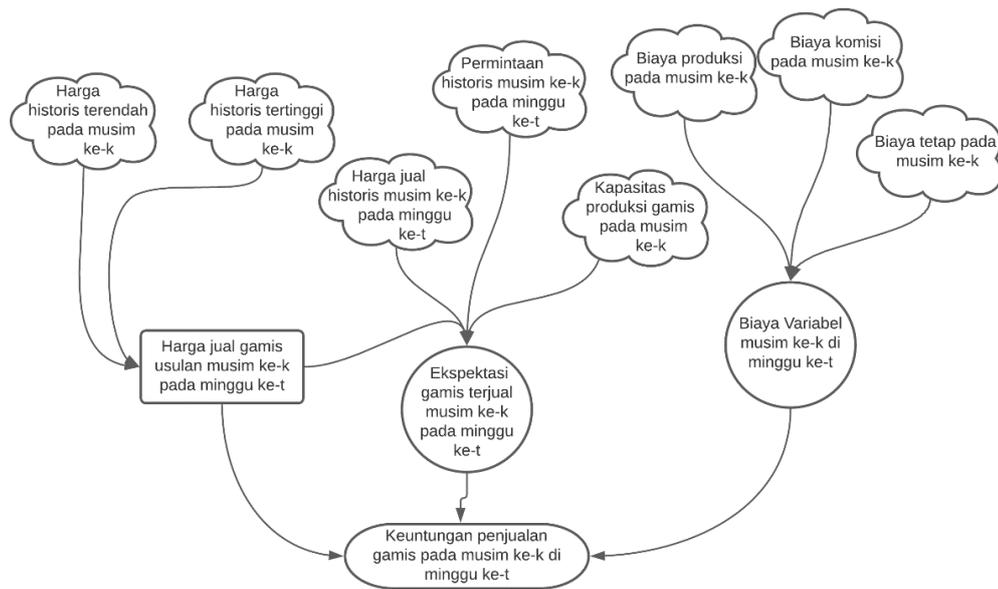
3. Fungsi Kendala

Fungsi kendala adalah suatu pembatas terhadap keputusan yang dibuat. Pada permasalahan ini, fungsi kendala berupa batas harga jual dan kapasitas produksi.

III. Problem Solving Methodology

III.1 Conceptual Model

Model konseptual adalah representasi dari suatu sistem, terbuat dari komposisi dari suatu konsep yang digunakan untuk membantu mengetahui, memahami, atau mensimulasikan subjek yang diwakili oleh model. Model konseptual pada penelitian kali merupakan kerangka penelitian untuk membantu penulis dalam menyelesaikan masalah yang tersaji dalam influence diagram.



Gambar 3.1 Model Konseptual

Tabel 3.1 Elemen Sistem

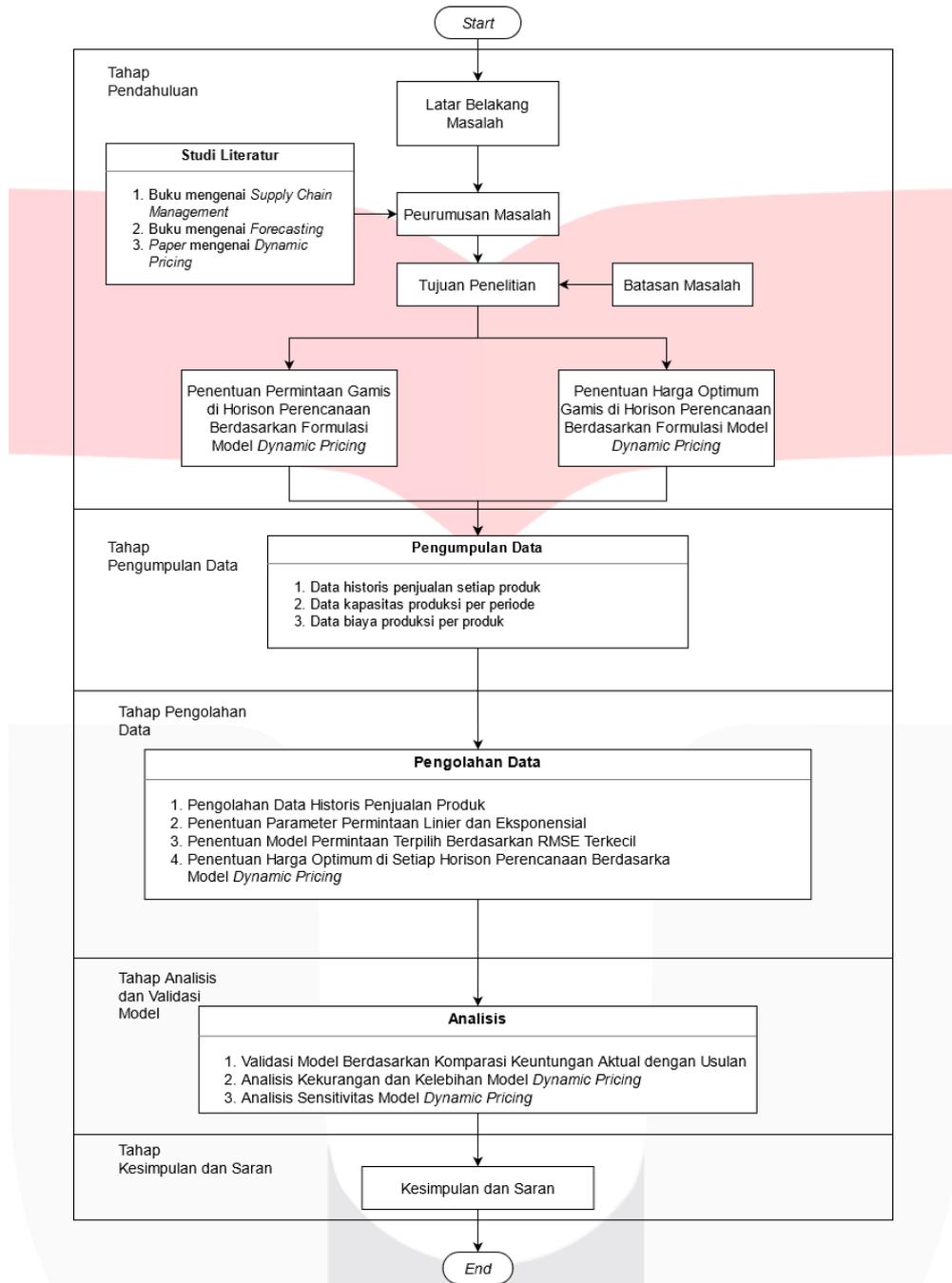
No	Elemen Sistem	Jenis
1	Keuntungan penjualan gamis musim ke-k pada minggu ke-t	Kriteria performansi
2	Harga gamis usulan musim ke-k pada minggu ke-t	Variabel keputusan
3	Ekspektasi gamis terjual musim ke-k pada minggu ke-t	Komponen
4	Biaya variabel musim ke-k pada minggu ke-t	Komponen
5	Harga historis terendah pada musim ke-k	Parameter
6	Harga historis tertinggi pada musim ke-k	Parameter
7	Harga jual historis musim ke-k pada minggu ke-t	Parameter
8	Permintaan historis musim ke-k pada minggu ke-t	Parameter
9	Kapasitas produksi gamis pada musim ke-k	Parameter
10	Biaya produksi pada musim ke-k	Parameter
11	Biaya komisi pada musim ke-k	Parameter
12	Biaya tetap pada musim ke-k	Parameter

Berdasarkan Gambar 3.1, terdapat penjelasan dari setiap hubungan mengenai penelitian ini yaitu:

- a. Tujuan dari penelitian kali ini adalah untuk memaksimalkan keuntungan penjualan berdasarkan total produk terjual yang didasarkan dan dipengaruhi oleh harga paling optimum pada periode tersebut.
- b. Dalam mencapai tujuan penelitian, terdapat variabel sistem yang berpengaruh pada keuntungan penjualan yaitu variabel sistem model *dynamic pricing* yang mana model tersebut dibutuhkan untuk mencapai keuntungan penjualan yang maksimal. Variabel sistem tersebut terdiri dari harga (P), kuantitas (Q), dan biaya (C).
- c. Pada variabel sistem *dynamic pricing* dipengaruhi oleh variabel sistem model permintaan, harga per produk sebagai *controllable input*, serta *uncontrollable input* yang berupa batas atas harga, batas bawah harga, batas atas kapasitas, batas bawah kapasitas, dan biaya.
- d. Pada model permintaan dipengaruhi oleh data penjualan historis, dan harga rata-rata produk sebagai *uncontrollable input*

III.2 Sistematika Penyelesaian Masalah

Sistematika penyelesaian masalah adalah suatu proses secara sistematis yang dilakukan untuk menyelesaikan suatu masalah dalam sebuah penelitian. Sistematika penyelesaian masalah terbagi menjadi lima tahap yaitu tahap awal, tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data, tahap analisis, serta tahap kesimpulan dan saran. Berikut merupakan sistematika penyelesaian masalah pada penelitian kali ini yang disajikan pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Sistematika Penyelesaian Masalah

III.2.1 Tahap Pendahuluan

Tahap pendahuluan adalah tahap untuk melakukan perencanaan dan persiapan dari penelitian. Berikut merupakan perencanaan penelitian yang terdiri dari:

1. Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan studi awal dalam perencanaan penelitian untuk memudahkan penulis dalam sudut pandang ilmiah yang berdasarkan dari kumpulan referensi yang sesuai dengan topik penelitian yang dikaji.

2. Rumusan Masalah dan Tujuan Penelitian

Kumpulan permasalahan berupa data yang diperoleh dari studi lapangan dengan pihak *retail* kemudian diolah dan digunakan menjadi perumusan masalah pada objek penelitian ini. Kemudian penulis menentukan tujuan penelitian berdasarkan rumusan masalah yang telah ditentukan

III.2.2 Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap ini, penulis melakukan pengumpulan data yang sesuai terhadap tujuan penelitian yang telah didapatkan dari hasil studi lapangan. Berikut merupakan data-data yang diperoleh pada tahap pengumpulan data yang dijelaskan secara rinci pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Pengumpulan Data

Keterangan Data	Jenis Data	Satuan	Sumber
Data historis pada penjualan gamis	Numerik	Produk	Retailer
Data historis revenue gamis per per horison perencanaan	Numerik	Rupiah/produk	Retailer
Data kapasitas produksi per bulan	Numerik	Produk	Retailer
Data biaya produksi produk	Numerik	Rupiah/produk	Retailer

III.2.3 Tahap Pengolahan Data

Pada tahap ini, peneliti melakukan pengolahan data pada data yang telah dikumpulkan sebelumnya. Pada tahap ini terdapat 4 proses yaitu:

1. Pengolahan data historis
Pada proses ini terdapat data penjualan dan data pendapatan perbulan yang akan diolah menjadi data penjualan dan data harga rata-rata per periode yang telah ditentukan oleh penulis.
2. Pembentukan Model Permintaan
Pada proses ini, data penjualan historis dan data harga rata-rata historis akan menjadi input untuk membentuk sebuah model permintaan yang berdasarkan harga dan kuantitas. Pada proses ini juga ditentukan kuantitas akan datang (Q_{t+1}) akan dipengaruhi oleh harga akan datang dan harga pada periode sebelumnya ($P_{t+1}, P_0, P_{t-1}, P_{t-2}, P_{t-3}$).
3. Penentuan permintaan terpilih berdasarkan nilai *Root Mean Squared Error* (RMSE) terkecil
Pada proses ini, dilakukan perhitungan untuk menentukan model permintaan terpilih berdasarkan nilai RMSE terkecil.
4. Perhitungan model *dynamic pricing*
Tahap ini merupakan proses akhir. Tahap ini memungkinkan model permintaan yang telah didapatkan sebagai fungsi tujuan untuk memaksimalkan keuntungan dengan batas kendala yaitu nilai maksimum dan nilai minimum pada harga dan kapasitas. Proses ini akan menghasilkan harga optimum dan permintaan berdasarkan harga di sepanjang horison perencanaan

III.2.4 Tahap Analisis dan Evaluasi Hasil Perancangan

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap hasil perhitungan yang terdapat pada tahap pengolahan data. Tahap ini bertujuan untuk menjelaskan hasil-hasil yang telah diolah dengan mempertimbangkan tujuan penelitian.

Tiga hasil yang akan dianalisis pada tahap ini yaitu:

1. Analisis perbandingan keuntungan aktual dengan usulan
Pada tahap ini akan dilakukan analisis untuk membandingkan keuntungan aktual dengan usulan. Analisis tersebut dilakukan juga sebagai validasi terhadap model optimasi yang digunakan
2. Analisis sensitivitas terhadap parameter yang mempengaruhi hasil
Pada tahap ini dilakukan analisis untuk mengetahui seberapa jauh harga agar keuntungan tersebut tetap melebihi keuntungan aktual
3. Analisis kekurangan dan kelebihan model DP

III.2.5 Tahap Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini, dilakukan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan terhadap kebijakan harga pada *retail* dan juga terdapat saran-saran yang dapat mendukung penelitian agar lebih baik

IV. Pembahasan

IV.1 Pengumpulan Data

Pada sub bab ini akan membahas data dan informasi yang diperoleh dari objek yang dikaji terkait dengan tugas akhir ini. Informasi-informasi tersebut terdiri dari deksripsi dan profil objek yang dikaji, dan pengumpulan data-data yang dibutuhkan untuk membantu proses penyelesaian tugas akhir ini.

IV.1.1 Data Penjualan Gamis Historis

Sebagai parameter dalam model *dynamic pricing*, penentuan model permintaan ekspektasi penjualan membutuhkan data historis penjualan. Data tersebut akan menjadi input untuk membentuk model permintaan. Berikut ini merupakan data penjualan dan *revenue* pada gamis yang telah dibentuk dalam satuan minggu. Data penjualan tersebut merupakan data pada tahun 2019 dan 2020 yang terjual melalui salah satu *marketplace*.

Tabel 4.2 Cuplikan Data Revenue dan Penjualan Gamis

Week	Revenue	Num. of Sales
1	Rp854.870	7
2	Rp971.200	8
3	Rp1.083.201	9
4	Rp1.072.900	9
5	Rp1.110.300	10
...
94	Rp1.504.200	14
95	Rp2.235.000	21
96	Rp3.704.000	36

Tabel 4.1 menggambarkan keseluruhan data penjualan dari perusahaan. Terdapat data pendapatan yang bertujuan untuk mencari harga rata-rata pada satuan minggu.

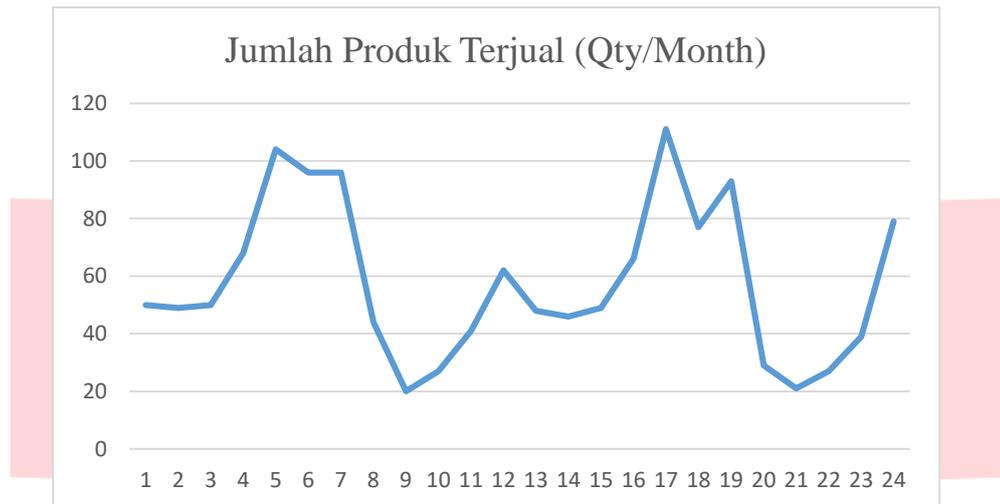
IV.1.2 Klasifikasi Musim

Untuk setiap produk *fashion* pasti memiliki pola data tersendiri yang memiliki kecenderungan bersifat musiman. Pada produk gamis ini terdapat 3 musim yang ditentukan oleh *expert* atau pemilik dari *retail* tersebut yang dijelaskan pada tabel 4.2

Tabel 4.3 Klasifikasi Musim

Musim	Bulan
Rendah (<i>Low-season</i>)	Agustus, September, Oktober, dan November
Sedang (<i>Mid-season</i>)	Januari, Februari, Maret, dan Desember
Tinggi (<i>High-season</i>)	April, Mei, Juni, Juli

Berdasarkan Tabel 4.2 menjelaskan 3 klasifikasi musim tersebut dimana terdapat musim rendah yang memiliki penjualan rata-rata per produk ialah 10 dalam satuan minggu. Terdapat juga musim sedang, musim ini memiliki pengaruh oleh beberapa *event* seperti 3-4 bulan sebelum perayaan hari raya islam dan juga penjualan akhir tahun. Terakhir, terdapat musim tinggi yang dipengaruhi oleh beberapa *event* seperti kedua hari raya islam. Musim-musim tersebut juga digambarkan melalui grafik pada Gambar IV.1



Gambar 4.3 Jumlah Produk Terjual

Pada Gambar 4.1 menjelaskan jumlah produk yang terjual dalam satuan bulan. Berdasarkan gambar tersebut dapat dikonfirmasi bahwa musim tinggi ditandai dengan meningkatnya penjualan secara signifikan atau terdapat pada titik puncak tertinggi (*high peak*). Sebaliknya, musim rendah dikategorikan untuk yang berada di puncak terendah (*low peak*).

IV.1.3 Struktur Biaya

Pada tugas akhir ini terdapat biaya yang dikeluarkan oleh retail dalam produksi satuan gamis. Biaya tersebut merupakan biaya-biaya yang membentuk digunakan sebagai penyusun harga gamis. Biaya-biaya tersebut juga telah dikategorikan berdasarkan hasil wawancara terhadap pihak objek terkait menjadi 3 bagian, yaitu pada saat musim tinggi, musim sedang, dan musim rendah. Berikut merupakan struktur biaya yang digunakan untuk menyusun harga dalam satuan gamis yang terlampir pada

Tabel 4.3

Tabel 4.4 Struktur Biaya

Keterangan Biaya	Cost/pcs		
	<i>High-Season</i>	<i>Mid-Season</i>	<i>Low-Season</i>
Bahan (kain)	Rp43830.0	Rp48700.0	Rp48700.0
Upah potong			
Upah pola			
Upah Finishing			
<i>Packing</i>	Rp500.0	Rp500.0	Rp500.0
Transport	Rp600.0	Rp600.0	Rp600.0
Kemasan	Rp600.0	Rp600.0	Rp600.0
Karyawan	Rp2747.253	Rp8333.333	Rp13586.957
Listrik	Rp82.418	Rp250.0	Rp407.609
Sewa	Rp1109.890	Rp3366.667	Rp5489.130
Adv	Rp4395.604	Rp5000.0	Rp2717.391
Bonus	Rp1098.901	Rp.0	Rp.0
Total	Rp54964.066	Rp67350.0	Rp72601.087

Pada Tabel 4.3 terdapat komponen-komponen yang akan membentuk sebagai biaya yang akan dikenakan dalam produksi satuan gamis yaitu adalah Harga Pokok Produksi (HPP) pada gamis sendiri yang telah ditetapkan oleh pemasok. Biaya *packing* dan transportasi merupakan biaya yang diluar HPP yang telah ditentukan oleh pemasok untuk didistribusikan ke retail. Biaya kemasan merupakan biaya yang dikenakan untuk mengemas produk ketika produk akan dijual kepada pembeli. Biaya-biaya tersebut sudah disesuaikan untuk biaya dalam satuan gamis yang didapatkan dari pembagian biaya aktual dan jumlah penjualan gamis secara keseluruhan selama 1 bulan.

IV.2 Pengolahan Data

Pada tahap ini akan dilakukan tahap pengolahan data untuk mendukung tugas akhir berdasarkan data-data yang telah diperoleh oleh penulis. Berikut merupakan tahap-tahap dalam pengolahan data tersebut:

1. Pembentukan model *dynamic pricing*.
2. Pembentukan model permintaan
3. Penentuan harga optimum

IV.2.1 Pembentukan Model *Dynamic Pricing*

Pada subbab ini merupakan penjelasan mengenai pembentukan dari model *dynamic pricing*. Terdapat model matematis yang akan membantu menjelaskan tentang input dan output, asumsi model yang digunakan oleh penulis sebagai asumsi untuk membantu perhitungan. Terakhir, merupakan verifikasi model untuk menjelaskan apakah model yang digunakan oleh peneliti dapat dijalankan.

IV.2.1.1 Model Matematis

Model matematis DP secara garis besarnya, menjelaskan tentang komponen fungsi tujuan, fungsi pembatas, dan parameter yang digunakan dalam penelitian ini. Berikut merupakan komponen DP yang dilampirkan pada Tabel 4.4 [1]

Tabel 4.5 Penyusun Model *Dynamic Pricing*

Komponen	Model <i>Dynamic Pricing</i>
Fungsi Tujuan	Total keuntungan penjualan produk pada horison perencanaan yang ditentukan
Variabel Keputusan	Harga rata-rata produk pada periode yang ditentukan
Parameter	Parameter model permintaan yang telah disesuaikan dengan harga pada periode sebelumnya
Variabel Sistem	1. Jumlah produk musim k periode t 2. Biaya per satu produk musim k pada periode t
Fungsi Pembatas	1. Batas kapasitas produksi musim k pada periode t 2. Batas harga rata-rata produk musim k periode t

Fungsi tujuan maksimasi keuntungan

$$\Pi = \sum_{t=1}^N (P_{tk} Q_{tk} - C_{tk} Q_{tk}) = \sum_{t=1}^N Q_{tk} (P_{tk} - C_{tk}) \quad (4.1)$$

Keterangan:

N = Jumlah periode pada horison perencanaan

t = Period horison perencanaan

Q_{tk} = Jumlah penjualan musim k pada period ke t

P_{tk} = Rata-rata harga sebuah produk musim k pada periode ke t

C_{tk} = Biaya dalam satuan produk musim k pada periode ke t

Π = Total keuntungan penjualan selama horison perencanaan

Biaya dalam satuan produk didapatkan dari penjumlahan komponen-komponen biaya yang ditunjukkan pada Tabel IV.3

Fungsi pembatas pada model yang digunakan oleh peneliti adalah berdasarkan ketentuan pihak retail yang diantaranya adalah kapasitas produksi pada produk gamis yang akan disesuaikan dalam satuan minggu pada periode ke t , dan harga maksimum dan minimum pada harga yang didapatkan berdasarkan harga historis. Kedua pembatas tersebut diilustrasikan pada persamaan IV.2 dan IV.3

Fungsi Pembatas Kapasitas Produksi

$$M_{kt} \leq Q_{kt} \leq K_{kt} \quad t = 1, \dots, N. \quad (4.2)$$

Fungsi Pembatas Harga

$$\underline{P}_{kt} \leq P_{kt} \leq \overline{P}_{kt} \quad t = 1, \dots, N. \quad (4.3)$$

Keterangan:

M_{kt} = Batas maksimum kapasitas musim k pada periode ke t

K_{kt} = Batas minimum kapasitas musim k pada periode ke t

\underline{P}_{kt} = Batas minimum harga satuan produk musim k pada periode ke t

\overline{P}_{kt} = Batas maksimum harga satuan produk musim k pada periode ke t

IV.2.1.2 Asumsi Model

Berikut merupakan asumsi model yang digunakan oleh penulis dalam penelitian:

1. Penyusun harga hanya berdasarkan biaya dan margin
2. Harga produk dibatasi berdasarkan margin yang ditentukan oleh pihak retail
3. Penjualan produk pada horison perencanaan berdasarkan model permintaan
4. Data historis sudah menutupi biaya tetap pada periodenya

IV.2.1.3 Verifikasi Model

Pada subbab ini akan dilakukan verifikasi pada model yang telah ditentukan oleh penulis dengan tujuan untuk memeriksa model yang terbentuk memiliki persamaan nilai satuan antara *left hand side* dengan *right hand side* pada kedua fungsi tujuan dan pembatas.

BAB I Fungsi tujuan maksimasi keuntungan pada persamaan 4.1

$$\Pi = \sum_{t=1}^N Q_t (P_t - C_t)$$

$$\text{Rupiah} = \text{Kuantitas Produk} \left(\frac{\text{Rupiah}}{\text{Kuantitas Produk}} - \frac{\text{Rupiah}}{\text{Kuantitas Produk}} \right)$$

$$\text{Rupiah} = \text{Rupiah}$$

BAB II Fungsi pembatas kapasitas produksi pada persamaan 4.2

$$M_t \leq Q_t \leq K_t$$

$$\text{Kuantitas produk} \leq \text{Kuantitas Produk} \leq \text{Kuantitas Produk}$$

BAB III Fungsi pembatas harga pada persamaan 4.3

$$\underline{P}_t \leq P_t \leq \bar{P}_t$$

$$\frac{\text{Rupiah}}{\text{Satuan Produk}} \leq \frac{\text{Rupiah}}{\text{Satuan Produk}} \leq \frac{\text{Rupiah}}{\text{Satuan Produk}}$$

IV.2.2 Pembentukan Model Permintaan

Pada subbab ini menjelaskan tentang perhitungan untuk membuat sebuah model permintaan yang akan digunakan sebagai fungsi tujuan dalam pemodelan DP untuk mengoptimasi keuntungan penjualan. Model permintaan yang akan dibuat adalah model permintaan linier dan model permintaan eksponensial.

IV.2.2.1 Model Permintaan Linier

Tahap awal untuk melakukan optimasi keuntungan penjualan adalah untuk menentukan parameter-parameter yang membentuk fungsi tujuan dari model DP. Salah satu komponen yang membentuk fungsi tujuan tersebut ialah kuantitas (Q) dimana didapatkan dari model permintaan. Pada subbab ini akan dibahas pembentukan model permintaan linier yang mengacu pada persamaan 2.6 dimana kuantitas akan dipengaruhi oleh variabel harga masa lalu. Berikut merupakan persamaan yang disesuaikan dalam masalah ini:

$$E(Q_t) = a_t + b_{1t}P_1 + b_{2t}P_2 + b_{3t}P_3 + b_{4t}P_4 + b_{5t}P_5 \quad (4.4)$$

Berdasarkan persamaan diatas, maka terdapat variabel harga yang dibutuhkan untuk menjadi input dalam membentuk model permintaan linier. Variabel harga tersebut merupakan harga historis rata-rata disetiap kuartar yang didapatkan dari pembagian antara total pendapatan dan kuantitas terjual di kuartar yang sama. Berikut merupakan data historis harga rata-rata yang telah diolah untuk setiap musim.

Tabel 4.6 Cuplikan Harga Historis Rata-rata Setiap Musim

t	Season		
	Low	Mid	High
1	122124.2857	117340	103253
2	121400	112009.0909	99400
3	120355.66	114961.5	98742
4	119211.1111	114933.3333	93200
5	124000	111030	91026
6	124000	111030	89392
7	123569	114523	89168
8	123500	112123	87924.22222
9	123477	110567	88891
10	123820	107546	89300
...			
30	117500	107442.8571	89039.58333
31	110000	106428.5714	89148.33333
32	109846.1538	102888.8889	89718.46154

Tabel 4.5 menunjukkan harga historis rata-rata yang akan digunakan sebagai input untuk mencari pengaruh antara harga dan permintaan. Data-data tersebut mewakili harga historis dari rata-rata harga jual produk di setiap satu minggu dan telah diklasifikasikan ke setiap musimnya yang telah dijelaskan pada Tabel 4.2.

Tujuan dalam menentukan harga historis rata-rata adalah untuk menghitung parameter dalam model permintaan yang akan dibentuk. Berdasarkan persamaan 2.6 dimana b_{jt} merupakan *slope* yang merepresentasikan pengaruh harga kepada permintaan. Pada permasalahan ini, untuk meramalkan kuantitas terjual di masa depan maka dipengaruhi oleh harga dimasa depan dan juga harga pada periode lalu. Berikut merupakan persamaan model permintaan linier yang telah disesuaikan dalam permasalahan ini:

$$E(Q_{t+1}) = a_{kt} + b_{jkt}P_{t+1} + b_{jkt}P_{t0} + b_{jkt}P_{t-1} + b_{jkt}P_{t-2} + b_{jkt}P_{t-3} \quad (4.5)$$

Keterangan:

a_{kt} = *intercept* yang menunjukkan jumlah customer yang bersedia membeli produk pada musim k di period ke- t

b_{jkt} = *slope* yang merepresentasikan pengaruh harga rata-rata pada minggu ke j terhadap penjualan produk di musim k pada minggu ke t

Berdasarkan persamaan diatas, maka data berupa kuantitas dan harga historis yang telah diolah akan menjadi input pengolahan regresi linier berganda untuk membentuk model permintaan linier. Pengolahan ini menggunakan bantuan perangkat lunak Microsoft Excel dan didapatkan model permintaan linier untuk setiap musimnya terlampir pada Tabel 4.6

Tabel 4.7 Model Permintaan Linier

k	a_{kt}	b_{1kt}	b_{2kt}	b_{3kt}	b_{4kt}	b_{5kt}
1	46.5535	-0.0003	-2.39787E-05	2.3E-05	-4E-05	8.2E-06
2	52.1658	-0.0003	-6.23261E-06	0.00029	0.00032	-0.0007
3	277.354	-0.0009	-0.001552309	-0.001	-0.0006	0.00123

IV.2.2.3 Model Permintaan Eksponensial

Pada tahap ini dilakukan perhitungan untuk membentuk model permintaan eksponensial. Model tersebut nantinya akan dibandingkan dengan model permintaan linier berdasarkan nilai RMSE terkecil. Berdasarkan persamaan 2.8 maka didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$\ln Q_{kt} = \ln(e^{a_{kt} + \sum_{j=1}^N b_{jkt}P_{jk}})$$

$$\ln Q_{kt} = a_{kt} + \sum_{j=1}^N b_{jkt} P_{jk} \cdot \ln e$$

$$\ln Q_{kt} = a_{kt} + \sum_{j=1}^N b_{jkt} P_{jk} \tag{4.6}$$

Maka berdasarkan persamaan tersebut data penjualan historis akan ditransformasi menjadi bentuk logaritma natural dengan tujuan untuk menjadi input pada pengolahan menggunakan regresi linier berganda. Berikut merupakan cuplikan data penjualan historis pada Tabel IV.7

Tabel 4.8 Logaritma Natural Penjualan Historis

t	Season		
	Low	Mid	High
5	1.609437912	2.302585093	2.833213344
6	1.098612289	2.302585093	3.044522438
7	1.386294361	2.564949357	3.044522438
8	2.079441542	2.772588722	3.80666249
9	1.945910149	2.197224577	3.401197382
10	1.609437912	2.397895273	2.995732274
11	1.945910149	2.833213344	3.218875825
12	2.079441542	2.564949357	3.044522438
13	2.302585093	2.197224577	2.833213344
14	2.302585093	2.63905733	3.258096538
...
30	2.079441542	2.63905733	3.17805383
31	2.302585093	3.044522438	3.583518938
32	2.564949357	3.583518938	2.564949357

Selanjutnya setelah membentuk logaritma natural pada data penjualan historis, langkah yang sama dilakukan untuk membentuk model permintaan eksponensial. Data penjualan historis tersebut akan menjadi variabel yang dipengaruhi oleh variabel harga yang telah ditentukan. Perhitungan untuk membentuk model eksponensial dilakukan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel dan didapatkan parameter untuk setiap musimnya yang tercantum pada Tabel 4.8

Tabel 4.9 Model Permintaan Eksponensial

k	a_{kt}	b_{1kt}	b_{2kt}	b_{3kt}	b_{4kt}	b_{5kt}
1	7.235403	-4.7E-05	-1.5E-06	7.81E-06	-6.4E-06	1.4E-06
2	4.333469	-1.5E-05	2.02E-06	1.34E-05	1.82E-05	-3.5E-05
3	12.18964	-3.2E-05	-6E-05	-3.9E-05	-1.3E-05	4.13E-05

IV.2.3 Penentuan Harga Optimum

Pada subbab ini akan dilakukan perhitungan harga optimum untuk setiap musim berdasarkan model permintaan yang telah dibentuk. Subbab ini akan menjelaskan model permintaan yang akan terpilih disetiap musim berdasarkan nilai RMSE terkecil dan penjelasan optimasi terhadap keuntungan penjualan.

IV.2.3.1 Penentuan Model Permintaan Terpilih

Pada tahap ini akan dilakukan penentuan model permintaan yang akan digunakan dalam mengoptimasi keuntungan penjualan. Penentuan model dari setiap musim didasarkan pada nilai RMSE terkecil. RMSE digunakan sebagai alat ukur untuk membandingkan kedekatan pada model yang telah disesuaikan dengan model aktual. Berikut merupakan persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai RMSE [1].

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i \in K} (expected_i - observed_i)^2}{K}} \tag{4.7}$$

Berdasarkan persamaan diatas maka dibutuhkan nilai *expected* di setiap periode perencanaan untuk setiap musimnya. Nilai tersebut didapatkan dari parameter model permintaan dengan variabel-variabel harga yang selanjutnya nilai tersebut akan dibandingkan dengan nilai *observed* atau data

penjualan historis. Berikut merupakan nilai *expected* untuk setiap musimnya yang tercantum pada Tabel 4.9

Tabel 4.10 Ekspektasi Permintaan

T	Low		Mid		High	
	Linier	Exponensial	Linier	Exponensial	Linier	Exponensial
5	5.1583086	4.8941149	9.4906221	10.466625	16.154375	17.031911
6	5.049614	4.8428332	14.234201	13.195285	22.044422	21.795297
7	5.3248979	5.1599634	10.133661	10.700769	29.595543	27.596054
8	5.1706792	5.0147591	9.4759124	10.424336	27.258552	25.383574
9	5.2087687	5.0373928	13.646485	12.761515	26.869359	24.988062
...
32	9.707496	9.5320409	23.804592	21.225112	22.304983	21.231716

Selanjutnya berdasarkan Tabel 4.9, maka nilai-nilai tersebut dapat menjadi input pada persamaan 4.7 untuk menghitung nilai RMSE. Berikut merupakan perhitungan nilai RMSE untuk setiap musim yang terlampir pada Tabel 4.10

Tabel 4.11 Nilai RMSE

	Musim Rendah	Musim Sedang	Musim Tinggi
Linier	1.9560141	4.8143274	7.6023069
Exponensial	2.1742318	4.8617795	7.334627

Berdasarkan Tabel 4.10 maka didapatkan hasil RMSE terkecil dari setiap musim yang akan digunakan sebagai input untuk mengoptimasi model DP. Pada musim rendah dan musim sedang model yang akan digunakan adalah model permintaan linier, sedangkan pada musim tinggi model permintaan yang akan digunakan ialah model permintaan eksponensial.

IV.2.3.2 Optimasi Keuntungan Penjualan

Pada tahap ini merupakan tahap untuk mengoptimasi keuntungan penjualan berdasarkan model DP yang telah ditetapkan pada subbab IV.2.1. Pada model DP yang sudah didefinisikan sebelumnya, terdapat model permintaan yang dibutuhkan dimana untuk mencari jumlah kuantitas (Q) berdasarkan pengaruh harga (P). Berikut merupakan model-model permintaan terpilih untuk setiap musimnya yang terlampir pada Tabel 4.11

Tabel 4.12 Model Permintaan Terpilih

Musim	a_{kt}	b_{1kt}	b_{2kt}	b_{3kt}	b_{4kt}	b_{5kt}
Rendah	46.5535	-0.00031	-2.4E-05	2.3E-05	-3.7E-05	8.21E-06
Sedang	52.16579	-0.00025	-6.2E-06	0.000286	0.000324	-0.00071
Tinggi	12.18964	-3.2E-05	-6E-05	-3.9E-05	-1.3E-05	4.13E-05

Berdasarkan Tabel IV.11 merupakan nilai parameter-parameter yang dibutuhkan untuk mencari kuantitas akan datang berdasarkan variabel harga. Berdasarkan hal tersebut maka didapatkan persamaan model yang telah disesuaikan dengan merujuk pada persamaan 4.5 yang terlampir pada Tabel IV.12.

Tabel 0.13 Persamaan Model Dynamic Pricing

Musim	Persamaan
Rendah	$46.5535 - 0.00031.P1 - 2.4E-05.P2 + 2.3E-05.P3 - 3.7E-05.P4 + 8.21E-06.P5$
Sedang	$52.1657 - 0.00025.P1 - 6.2E-06.P2 + 0.000286.P3 + 0.000324.P4 - 0.00071.P5$
Tinggi	$12.18964 - 3.2E-05.P1 - 6E-05.P2 - 3.9E-05.P3 - 1.3E-05.P4 + 4.13E-05.P5$

Berdasarkan persamaan model DP yang telah diperoleh, maka dibutuhkan batasan yang digunakan untuk membantu penyelesaian penentuan harga optimum untuk mengoptimalkan keuntungan

penjualan. Batasan-batasan yang dibutuhkan ialah merujuk pada persamaan 4.2 dan 4.3 dimana terdapat batasan untuk harga dan kapasitas produksi yang disesuaikan berdasarkan regulasi retail. Batasan harga diperoleh dari regulasi retail dimana margin keuntungan tidak melebihi 40%. Untuk setiap harga gamis dari harga rata-rata yang diperoleh, umumnya sudah berdasarkan margin yang sama. Berdasarkan hal tersebut penulis mengambil batasan berdasarkan harga rata-rata historis terendah dan tertinggi dari data historis sebagai penyesuaian dalam batasan harga.

Dalam penentuan kapasitas produksi juga berdasarkan regulasi perusahaan dimana kapasitas pada musim rendah dan sedang paling banyak mencapai 30 buah produk, sementara jika pada musim tinggi dapat mencapai 2 kali kapasitas pada musim rendah dan sedang yaitu 60 buah produk. Sehingga berdasarkan hal tersebut dapat dituliskan sebagai berikut

Tabel 4.14 Batasan Model Dynamic Pricing

Musim	M_{kt}	\underline{P}_{kt}	\overline{P}_{kt}
Rendah	30	Rp105,000	Rp124,987
Sedang	60	Rp95,333	Rp117,340
Tinggi	60	Rp85,263	Rp103,253

Berdasarkan parameter model permintaan terpilih yang didapatkan dari regresi linier dan juga batasan-batasan yang telah didefinisikan pada Tabel 4.12 dan 4.13, maka data-data tersebut dapat menjadi input untuk menentukan harga optimum pada penjualan gamis untuk memaksimalkan keuntungan penjualan. Keuntungan penjualan tersebut akan berdasarkan variabel harga yang optimum dan juga pengaruh dari harga optimum tersebut diharapkan akan menaikkan kuantitas penjualan.

Penentuan harga optimum pada periode selanjutnya dilakukan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak optimasi *Solver* pada Microsoft Excel dengan menggunakan metode nonlinier programming. Berikut merupakan harga optimum yang didapatkan pada masing-masing musim untuk periode yang ditentukan

Tabel 4.15 Harga Optimum

Musim	Harga Optimum	Ekspektasi Produk Terjual	Profit
Rendah	Rp 105,139	11	Rp 357,914
Sedang	Rp 115,267	11	Rp 527,087
Tinggi	Rp 87,434	22	Rp 714,343

Tabel 4.14 menjelaskan hasil yang telah didapatkan dari bantuan perangkat lunak Solver pada Microsoft Excel. Didapatkan harga optimum pada periode yang telah ditentukan disetiap musimnya yaitu Rp105.139 untuk musim rendah pada periode pertama dengan harapan produk terjual berdasarkan variabel harga yang ditentukan adalah 11 buah, pada musim sedang harga optimum pada periode pertama didapatkan Rp115.267 dengan harapan produk yang terjual 11 buah, dan pada musim tinggi harga optimum yang didapatkan adalah Rp87.434 dengan harapan produk yang terjual adalah 22 buah. Terdapat juga perbandingan antara keuntungan penjualan usulan dengan keuntungan penjualan aktual pada periode yang sama yang dapat dilihat pada Tabel 4.15

Tabel 4.16 Komparasi Keuntungan Penjualan

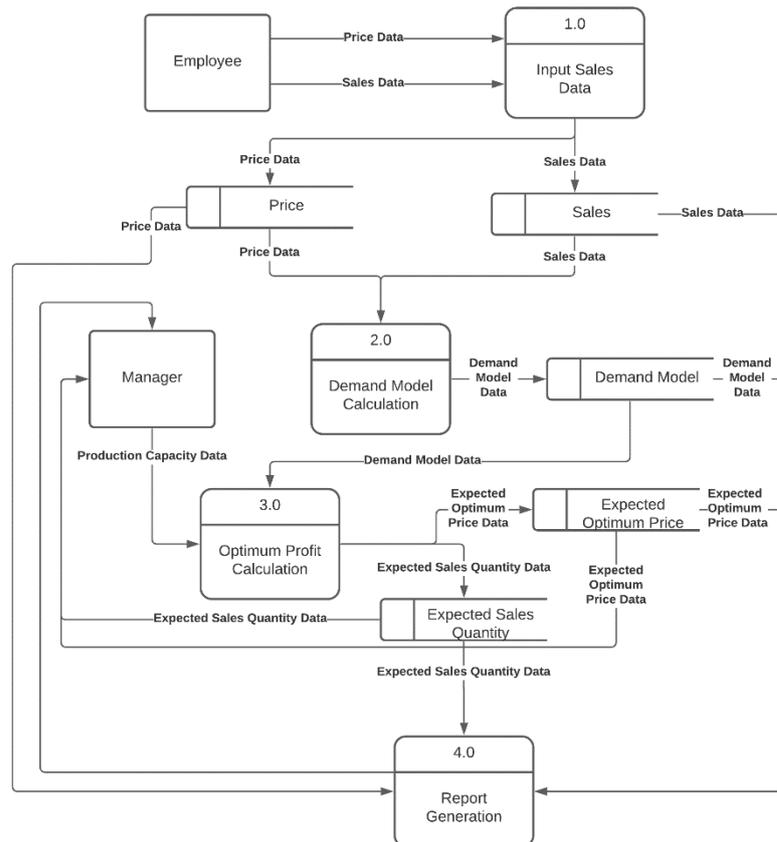
Keterangan	Musim		
	Rendah	Sedang	Tinggi
A(P)	Rp 122,124	Rp 117,340	Rp 103,253
A(Q)	7	10	11
A(II)	Rp 346,662	Rp 499,900	Rp 531,178
E(P)	Rp 105,139	Rp 115,267	Rp 87,434
E(Q)	11	11	22
E(II)	Rp 357,914	Rp 527,087	Rp 714,343
%deviasi	-3.25%	-5.44%	-34.48%

Berdasarkan Tabel IV.15 maka didapatkan bahwa variabel harga dapat berpengaruh terhadap ekspektasi permintaan sehingga diharapkan akan memiliki peningkatan keuntungan penjualan.

IV.3 Perancangan Sistem Terintegrasi

Pada subbab ini penulis merancang sebuah konsep dari suatu sistem yang terintegrasi berdasarkan hasil dari pengolahan data yang telah dilakukan. Pada subbab IV.2 sudah didapatkan model permintaan, harga optimum, dan kuantitas terjual berdasarkan harga optimum. Namun model yang dirancang oleh penulis pada dasarnya hanya berlaku untuk satu minggu pertama sehingga dibutuhkan perhitungan kembali untuk minggu-minggu selanjutnya.

Konsep perancangan yang diusulkan oleh penulis berupa *data flow diagram* yang merujuk pada notasi Gane & Sarson. Tujuan dalam merancang sebuah konsep ini adalah jika pihak retail ingin mengimplementasikan usulan tersebut, pihak retail dapat mengembangkan sebuah sistem agar perhitungan dapat dilakukan dalam waktu singkat, sehingga pihak retail dapat mengambil keputusan secara cepat. Berikut merupakan konsep yang diilustrasikan pada Gambar 4.2



Gambar 4.4 Data Flow Diagram Level 1

Berdasarkan Gambar IV.2 terdapat 4 proses yang diantaranya adalah:

1. Proses pertama merupakan proses memasukkan data penjualan yang dilakukan oleh karyawan. Data yang dimasukkan dapat berupa data harga, data kuantitas terjual, dan data pendapatan yang mana ketiga data tersebut akan berada pada penyimpanan masing-masing.
2. Proses kedua merupakan perhitungan model permintaan yang mana berasal dari ketiga data penyimpanan tersebut.
3. Proses ketiga merupakan perhitungan keuntungan penjualan optimum. *Manager* sebagai entitas dapat memasukkan data berupa kapasitas produksi pada periode tersebut sebagai batasan dari model permintaan yang telah dihitung pada proses kedua. Pada proses ini, akan menghasilkan data permintaan dan harga optimum yang dapat dilihat oleh *manager* atau pemangku wewenang dari pihak retail.
4. Proses terakhir merupakan proses pembuatan laporan yang mana berfungsi untuk melihat kesimpulan bahwa hasil yang dirancang lebih baik dari data aktual, sehingga *manager* dapat mengambil keputusan berdasarkan laporan tersebut.

V. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini didapatkan kesimpulan sebagai berikut

1. Model permintaan yang terpilih untuk setiap musimnya berdasarkan nilai RMSE ialah model linier untuk musim rendah dan musim sedang, sedangkan model eksponensial digunakan untuk musim tinggi
2. Berdasarkan model permintaan yang telah ditentukan maka didapatkan persamaan model DP yang digunakan untuk menentukan ekspektasi dari penjualan pada periode berikutnya berdasarkan variabel harga pada horison perencanaan yang dapat dilihat pada Tabel IV.12
3. Berdasarkan model DP yang telah diterapkan dengan mengoptimalkan keuntungan penjualan berdasarkan variabel harga yang optimal didapatkan peningkatan keuntungan penjualan pada periode yang ditentukan yaitu 3.25% untuk musim rendah, 5.44% untuk musim sedang, dan 34.48% untuk musim tinggi.

Model optimasi yang telah dibentuk akan dilakukan pengolahan kembali untuk melihat seberapa jauh keuntungan agar tetap optimum jika terdapat perubahan terhadap faktor-faktor yang berpengaruh terhadap model. Dalam model DP yang dilakukan salah satu komponen yang paling berpengaruh ialah kenaikan biaya. Jika terjadi peningkatan biaya dimasa yang akan datang maka dapat memengaruhi keuntungan penjualan dimana model tersebut perlu untuk diperbarui. Penulis melakukan analisa terhadap seberapa sensitif model terhadap perubahan parameter biaya. Pada musim rendah, jika harga meningkat sebesar 1.41% maka terdapat penurunan terhadap keuntungan penjualan sebesar 3.15% terhadap keuntungan penjualan usulan. Sehingga keuntungan akan menjadi tidak optimum dengan total keuntungan yaitu Rp346.654,00. Pada musim sedang jika terjadi peningkatan biaya sebesar 3.67% maka akan berpengaruh terhadap penurunan keuntungan penjualan menjadi 5.16% dari keuntungan penjualan usulan. Hal ini menyebabkan keuntungan penjualan tersebut berada dibawah keuntungan penjualan aktual pada musim sedang yaitu Rp499.898,00. Pada musim tinggi hasil akan tetap optimum jika terjadi peningkatan biaya sebesar 15.10% dan menjadi tidak optimum pada peningkatan biaya sebesar 15.20%. Peningkatan biaya ini akan berdampak pada penurunan keuntungan penjualan sebesar 25.73% dari keuntungan penjualan aktual. Peningkatan biaya tersebut menyebabkan keuntungan penjualan usulan berada dibawah keuntungan penjualan aktual yaitu Rp530.543,00.

Referensi

- [1] S. Shakya, M. Kern, G. Owusu, and C. M. Chin, "Neural network demand models and evolutionary optimisers for dynamic pricing," *Knowledge-Based Syst.*, vol. 29, pp. 44–53, 2012, doi: 10.1016/j.knosys.2011.06.023.
- [2] A. Mild and M. Natter, "European Retail Research," *Eur. Retail Res.*, no. May 2014, 2010, doi: 10.1007/978-3-8349-6344-4.
- [3] R. P. Indreswari and W. Anggraeni, "Optimasi Dynamic Pricing Menggunakan Metode Algoritma Genetika Berdasarkan Model Permintaan Pada Hotel Jw Marriott Surabaya," *Tek. Pomits*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2013, [Online]. Available: <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-paper-34473-5209100020-Paper.pdf>.
- [4] S. Ivanov, *Hotel Revenue Management: From Theory to Practice*, vol. 00, no. October. 2014.
- [5] Y. S. Huang, C. S. Hsu, and J. W. Ho, "Dynamic pricing for fashion goods with partial backlogging," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 52, no. 14, pp. 4299–4314, 2014, doi: 10.1080/00207543.2014.881576.
- [6] J. Dong, B. Rao, Y. Liu, L. Jiang, W. Lu, and Q. Guo, "Pricing Strategies for Different Periods during Subsequent Selling Season for Seasonal Products," *IEEE Access*, vol. 8, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2953284.
- [7] S. Chopra and P. Meindl, *Supply Chain Management Strategy, Planning, and Operation*. 2012.
- [8] R. Philips, *Pricing and Revenue Optimization*. California: Stanford Business Book, 2005.
- [9] J. I. McGill and G. J. Van Ryzin, "Revenue management: research overview and prospects," *Transp. Sci.*, vol. 33, no. 2, pp. 233–256, 1999, doi: 10.1287/trsc.33.2.233.
- [10] S. Mulyono, "Program Non Linier," 1989.
- [11] H. Taha, *Operations Research: An Introduction 10th Edition*. 2017.