

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

2.1.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian dilakukan oleh Budiman dan Widyadana (2018) membahas tentang metode pemesanan untuk persediaan *multi-item* di Pin'kan Bakery. Pin'kan Bakery merupakan perusahaan produsen makanan yang terletak di Sidoarjo. Permasalahan yang terjadi di Pin'kan Bakery adalah telah terjadi 15 kali kehabisan bahan baku pada periode Juli hingga Desember 2017. Tujuan dari penelitian ini, yaitu memilih metode pemesanan bahan baku terbaik yang memunculkan biaya minimum. Metode yang digunakan adalah *Periodic Review* dan *Continuous Review* dengan mempertimbangkan masa kadaluarsa, unit diskon, dan kapasitas gudang.

Cahyo (2014) melakukan penelitian mengenai perencanaan persediaan bahan baku *multi-item*. Penelitian dilakukan di industri keripik pisang, yaitu UD Burno Sari. Permasalahan yang dihadapi adalah walaupun sudah dilakukan perhitungan persediaan bahan baku masih sering terjadi masalah pada penentuan bahan baku yang harus disimpan di gudang dan waktu yang tepat untuk melakukan pemesanan kembali. Terlebih pisang merupakan bahan yang mudah busuk dan jika sudah busuk tidak dapat digunakan. Metode yang digunakan untuk merencanakan pemesanan bahan baku adalah metode EOQ dengan mempertimbangkan masa kadaluarsa untuk tahun-tahun berikutnya.

Penelitian mengenai pengelolaan persediaan obat di Rumah Sakit X dilakukan oleh Sianturi dan Arvianto (2014). Permasalahan yang terjadi di Rumah Sakit X, yaitu terjadi penumpukan obat di gudang. Hal tersebut disebabkan oleh tidak terdapat jadwal pemesanan obat yang tepat. Pemesanan obat terjadi otomatis secara *single item* menyebabkan terjadinya peningkatan biaya pesan. Rumah sakit juga hanya menggunakan patokan ROP hasil perhitungan sebelumnya. Pemesanan akan terjadi secara otomatis saat jumlah stok kurang dari ROP tersebut. Jumlah obat yang disimpan menjadi semakin besar namun ukuran pemesanan obat tidak sesuai dengan permintaan obat. Metode yang digunakan adalah model EOQ *multi-item* dengan mempertimbangkan masa kadaluarsa dan *deathstock*.

Jaya dkk (2012) melakukan penelitian mengenai pengendalian persediaan untuk barang *multi-item* yang memiliki masa kadaluarsa. Pengendalian persediaan perlu dilakukan karena barang yang sudah melewati masa kadaluarsa akan berkurang nilai jualnya sedangkan permintaan konsumen yang ingin dipenuhi tidak pasti. Kekurangan barang juga akan menyebabkan kerugian karena kesempatan untuk menjual barang hilang. Permasalahan menjadi semakin kompleks karena barang yang disediakan bersifat *multi-item*. Tujuan penelitian yang dilakukan, yaitu mengembangkan model persediaan *multi-item* dengan mempertimbangkan masa kadaluarsa dan unit diskon. Metode yang digunakan adalah model *Economic Order Quantity (EOQ) Multi-Item* dengan mempertimbangkan masa kadaluarsa dan unit diskon.

Pulungan dan Fatma (2018) melakukan penelitian mengenai pengendalian persediaan barang di sebuah distributor alat tulis kantor. Distributor tersebut belum memperhatikan penentuan waktu pemesanan kembali dalam pengendalian persediaannya. Waktu pemesanan kembali ditentukan berdasarkan perkiraan *lead time* dan waktu pesan namun belum ada pertimbangan terhadap potensi kenaikan permintaan yang dapat menyebabkan *stock out*. Tujuan penelitian ini, yaitu menentukan metode yang tepat untuk mengendalikan persediaan barang yang dapat meminimasi total biaya persediaan dan jumlah barang yang disediakan. Metode yang digunakan adalah model probabilistik sederhana, model Q, dan model P.

Abuizam (2011) melakukan penelitian mengenai pengendalian persediaan untuk parameter-parameter yang bersifat tidak pasti atau probabilistik. Ketidakpastian tersebut, antara lain permintaan pelanggan dan *lead time*. Model analitis akan menjadi kompleks dan sulit dikembangkan bagi manajer persediaan, kecuali telah ahli dalam hal matematis. Simulasi menjadi salah satu alternatif model penyelesaian yang lebih mudah dikembangkan untuk mengatasi parameter yang tidak pasti. Model persediaan yang digunakan adalah *periodic review (s,S)*. Contoh penerapan model ini, yaitu pada kasus toko retail *Ray's Appliances*. Tujuan penelitian adalah menentukan nilai *s* dan *S* yang optimal yang dapat meminimasi total biaya persediaan.

Tabel 2.1. Rangkuman Penelitian Terdahulu

No	Judul	Pengarang	Tahun	Permasalahan	Tujuan	Metode	Kesimpulan
1	Metode Pemesanan <i>Multi-Item Inventory</i> dengan Pertimbangan Masa Kedaluwarsa, Unit Diskon, dan Kapasitas Gudang di Pin'kan Bakery	Daniel Reynald Budiman dan I Gede Agus Widyadana	2018	Terjadi kehabisan bahan baku sebanyak 15 kali di sebuah perusahaan yang bergerak dalam produksi makanan, yaitu Pin'kan Bakery pada periode Juli-Desember 2017.	Memilih metode pemesanan bahan baku terbaik yang memunculkan biaya minimum dari dua metode yang ditetapkan, yaitu <i>Periodic Review</i> dan <i>Continuous Review</i> .	<i>Periodic Review</i> dan <i>Continuous Review</i>	Metode pemesanan yang cocok digunakan untuk persediaan <i>multi-item</i> dengan permintaan stokastik adalah <i>Continuous Review</i> . Total biaya yang dihasilkan menggunakan metode <i>Continuous Review</i> lebih kecil daripada <i>Periodic Review</i> .

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Judul	Pengarang	Tahun	Permasalahan	Tujuan	Metode	Kesimpulan
2	Perencanaan Persediaan Bahan Baku <i>Multi-Item</i> Dengan Mempertimbangkan Masa Kadaluarsa Dan Unit Diskon di UD Burno Sari	Alvian Dwi Cahyo	2014	UD Burno Sari sudah melakukan perhitungan persediaan bahan baku namun masih sering terjadi masalah pada penentuan persediaan bahan baku di gudang dan waktu yang tepat untuk melakukan pemesanan kembali. Bahan baku yang digunakan juga bersifat mudah busuk.	Menentukan jumlah terbaik untuk persediaan bahan baku dan waktu yang tepat melakukan pemesanan kembali dengan memperhitungkan ROP (<i>Reorder Point</i>)	EOQ (<i>Economic Order Quantity</i>) dengan mempertimbangkan masa kadaluarsa dan unit diskon	Berdasarkan perhitungan EOQ, diperoleh waktu siklus optimal, jumlah persediaan optimal setiap jenis pisang, dan total biaya persediaan.

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Judul	Pengarang	Tahun	Permasalahan	Tujuan	Metode	Kesimpulan
3	Implementasi Model Pengendalian Persediaan EOQ <i>Multi Item</i> dengan Mempertimbangkan Masa <i>Deathstock</i> pada Non-Konstan <i>Demand</i>	Dythia Rointan Sianturi dan Ary Arvianto	2014	Rumah Sakit X tidak memiliki jadwal pemesanan obat yang tepat sehingga terjadi penumpukan obat di gudang. Pemesanan obat terjadi secara otomatis secara single item sehingga biaya pesan meningkat. Pemesanan terjadi otomatis sesuai dengan ROP hasil perhitungan sebelumnya menyebabkan peningkatan jumlah obat tersimpan.	Melakukan pengelolaan persediaan obat di Rumah Sakit X dengan menentukan jadwal pemesanan obat dengan mempertimbangkan <i>deathstock</i> dan masa kadaluwarsa obat.	Model EOQ <i>Multi Item</i> dengan Metode P	Berdasarkan perhitungan dengan model EOQ menggunakan metode P, diperoleh jadwal pemesanan obat yang tepat dan jumlah pesan optimal yang mampu menurunkan total biaya simpan Rumah Sakit X.

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Judul	Pengarang	Tahun	Permasalahan	Tujuan	Metode	Kesimpulan
4	Model Persediaan Bahan Baku Multi Item dengan Mempertimbangkan Masa Kadaluwarsa, Unit Diskon, dan Permintaan yang Tidak Konstan	Stanley Surya Jaya, Tanti Octavia1, dan I Gede Agus Widyadana	2012	Barang yang sudah melewati masa kadaluarsa akan berkurang nilai jualnya sedangkan permintaan konsumen yang ingin dipenuhi tidak pasti. Kekurangan barang juga akan menyebabkan kerugian karena kesempatan untuk menjual barang hilang. Permasalahan menjadi semakin kompleks karena barang yang disediakan bersifat <i>multi-item</i> .	Mengembangkan model persediaan <i>multi-item</i> dengan mempertimbangkan masa kadaluarsa dan unit diskon.	<i>Economic Order Quantity (EOQ) Multi-Item</i> dengan mempertimbangkan masa kadaluarsa dan unit diskon.	Model persediaan <i>multi-item</i> untuk kasus <i>lost-sales</i> dipengaruhi oleh harga jual bahan kadaluarsa, biaya simpan, dan biaya <i>lost-sales</i> . Model untuk kasus <i>back-order</i> dipengaruhi oleh harga jual bahan kadaluarsa dan biaya <i>back-order</i> . Selang waktu siklus untuk kasus <i>lost-sales</i> dipengaruhi oleh harga jual bahan kadaluarsa dan biaya <i>lost-sales</i> sedangkan pada kasus <i>back-order</i> hanya dipengaruhi biaya <i>back-order</i> .

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Judul	Pengarang	Tahun	Permasalahan	Tujuan	Metode	Kesimpulan
5	Analisis Pengendalian Persediaan Menggunakan Metode Probabilistik dengan Kebijakan <i>Backorder</i> dan <i>Lost sales</i>	Dian Serena Pulungan dan Erika Fatma	2018	Sebuah distributor alat tulis kantor belum memperhatikan penentuan waktu pemesanan kembali. Waktu pemesanan kembali ditentukan berdasarkan perkiraan <i>lead time</i> dan waktu pesan. Belum ada pertimbangan terhadap potensi kenaikan permintaan yang dapat menyebabkan <i>stock out</i> .	Menentukan metode yang tepat untuk mengendalikan persediaan yang dapat meminimasi total biaya persediaan dan jumlah barang yang disediakan.	Model probabilistik sederhana, model Q, dan model P.	Model P <i>backorder</i> usulan mampu memberikan hasil biaya lebih kecil dibandingkan kebijakan perusahaan. Model persediaan terbaik yang diperoleh adalah model Q <i>backorder</i> dengan menekan biaya persediaan dan meningkatkan tingkat pelayanan.

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Judul	Pengarang	Tahun	Permasalahan	Tujuan	Metode	Kesimpulan
6	<i>Optimization Of (s, S) Periodic Review Inventory Model With Uncertain Demand And Lead Time Using Simulation</i>	Raida Abuizam	2011	Situasi nyata yang terjadi di suatu perusahaan adalah adanya ketidakpastian permintaan pelanggan atau <i>lead time</i> . Model analitis akan sulit dan kompleks untuk dikembangkan oleh manajer perusahaan. Oleh karena itu, diperlukan suatu model yang dapat mengatasi parameter-parameter probabilistik. Contoh penerapan model pada toko retail <i>Ray's Appliances</i> .	Menentukan nilai <i>reorder point</i> (s) dan nilai pesan maksimum (S) untuk meminimasi total biaya persediaan.	Model (s,S) dengan simulasi <i>spreadsheet</i>	Berdasarkan hasil simulasi diperoleh nilai s dan S yang optimal yang dapat meminimasi total biaya persediaan pada kasus perhitungan persediaan di toko retail <i>Ray's Appliances</i> .

2.1.2. Penelitian Sekarang

Penelitian yang saat ini dilakukan adalah mengenai penentuan kebijakan pengelolaan persediaan pada Toko Bunga Hana Flower Story. Tujuan dari penelitian yang dilakukan, yaitu untuk memberikan usulan kebijakan persediaan pada toko Hana Flower Story untuk memenuhi permintaan produk dari *family* pertama, kedua, dan ketiga serta meminimasi biaya.

Penelitian sekarang dengan penelitian terdahulu memiliki persamaan, yaitu untuk melakukan pengelolaan persediaan bahan penyusun suatu produk. Perhitungan persediaan dilakukan untuk *multi-item*, permintaan barang bersifat probabilistik, dan barang bersifat tidak tahan lama maupun tahan lama.

Terdapat dua alat yang digunakan untuk menyelesaikan masalah pada penelitian saat ini. Pertama, perhitungan persediaan dilakukan dengan model persediaan EOQ *multi-item* dengan mempertimbangkan masa kadaluarsa dan permintaan tidak konstan. Kedua, perhitungan dilakukan dengan bantuan simulasi menggunakan *spreadsheet Microsoft Excel*. Hasil yang dicari adalah yang menghasilkan biaya penyimpanan paling minimum.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Peramalan

Peramalan merupakan suatu masukan (*input*) dasar dalam proses pengambilan keputusan pada manajemen operasi karena peramalan menyediakan informasi mengenai permintaan di masa mendatang. Tujuan utama dari manajemen operasi adalah menyesuaikan antara pasokan dengan permintaan. Peramalan permintaan berguna untuk menentukan seberapa besar kapasitas atau jumlah pasokan yang dibutuhkan sehingga permintaan dapat terpenuhi (Stevenson, 2015).

Menurut Heizer dan Render (2011), peramalan merupakan seni dan ilmu untuk memperkirakan kejadian di masa yang akan datang. Peramalan dapat dilakukan dengan menggunakan data masa lalu dan memproyeksikannya ke masa depan dengan perhitungan model matematis.

Terdapat beberapa sifat hasil peramalan secara umum, yaitu:

- a. Teknik peramalan mengasumsikan bahwa faktor penyebab yang terdapat di masa lalu akan tetap ada di masa yang akan datang.

- b. Peramalan tidak sempurna dan tidak selalu benar. Nilai hasil prediksi biasanya berbeda dengan nilai sesungguhnya.
- c. Peramalan untuk kelompok barang biasanya lebih akurat dibandingkan dengan peramalan untuk barang satuan (*individual item*).
- d. Peramalan jangka pendek lebih akurat dibandingkan dengan peramalan jangka panjang.

Peramalan yang baik harus memenuhi beberapa kriteria, antara lain:

- a. Terjadi pada waktu yang tepat.
- b. Akurat sehingga dapat dilakukan perencanaan terhadap kemungkinan kesalahan yang terjadi.
- c. Mudah untuk dipahami dan digunakan.
- d. Memiliki biaya yang efektif sehingga tidak menimbulkan biaya yang terlalu tinggi atau terlalu rendah.

Teknik peramalan dapat dibagi menjadi dua jenis pendekatan, yaitu pendekatan kuantitatif dan pendekatan kualitatif.

a. Peramalan kualitatif

Peramalan kualitatif merupakan teknik peramalan yang bergantung pada intuisi, emosi, evaluasi subjektif, dan pengalaman pribadi. Terdapat empat teknik peramalan secara kualitatif, yaitu:

- i. Riset pasar atau survei pelanggan, yaitu mengadakan survei untuk mengumpulkan informasi atau masukan dari para calon pelanggan. Tidak hanya untuk merencanakan peramalan namun informasi yang diperoleh dapat digunakan untuk pengembangan rancangan produk dan perencanaan produk baru.
- ii. Metode Delphi, yaitu teknik peramalan dengan menggunakan serangkaian kuesioner yang dibagikan kepada para ahli (manajer dan staff). Kuesioner dibuat secara anonim untuk menjaga kejujuran tanggapan yang diberikan. Setiap kuesioner baru akan dikembangkan berdasarkan informasi dari hasil kuesioner sebelumnya.
- iii. Pendapat eksekutif, yaitu mengumpulkan pendapat dari para ahli (sekelompok manajer tingkat atas) dan sering dikombinasikan dengan model statistik untuk melakukan estimasi permintaan.
- iv. Pendapat dari karyawan penjualan, yaitu masing-masing karyawan bagian penjualan melakukan estimasi permintaan di areanya masing-masing. Estimasi tersebut kemudian ditinjau untuk memastikan bahwa estimasi

bersifat realistis. Setelah itu, digabungkan pada tingkat nasional untuk mencapai peramalan secara keseluruhan.

b. Peramalan kuantitatif

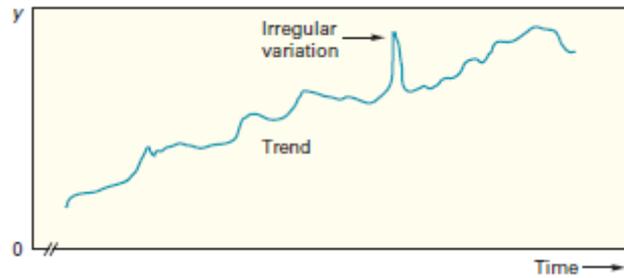
Peramalan kuantitatif melakukan peramalan permintaan dengan menggunakan berbagai macam model matematis yang didasarkan pada data masa lalu atau menggunakan data statistik sebagai dasar pengambilan keputusan. Peramalan kuantitatif terbagi menjadi dua jenis, yaitu model kausal dan model deret waktu (*time series*). Model kausal mengasumsikan bahwa permintaan dipengaruhi oleh suatu sebab dan datanya diketahui. *Tools* yang digunakan untuk model kausal adalah analisis regresi.

2.2.2. Analisis Deret Waktu (*Time Series*)

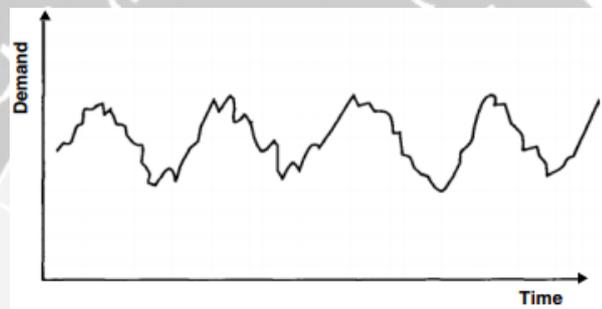
Menurut Stevenson (2011), deret waktu merupakan kumpulan data hasil pengamatan masa lalu dari suatu aktivitas yang berurutan berdasarkan rentang waktu tertentu. Data tersebut dapat digunakan sebagai sumber untuk melakukan peramalan kejadian yang akan datang terhadap barang yang diamati. Asumsi dari model deret waktu (*time series*), yaitu kejadian yang akan datang dapat diprediksi berdasarkan data kejadian masa lalu. Analisis deret waktu membutuhkan identifikasi perilaku dari deret data tersebut. Identifikasi dapat dilakukan dengan membuat plot data. Perilaku dari data deret waktu dapat berupa:

- a. *Trend*, menunjukkan adanya pergerakan data meningkat atau menurun secara stabil yang terjadi dalam jangka panjang.
- b. Musiman, menunjukkan fluktuasi dalam jangka pendek yang terjadi akibat faktor perbedaan keadaan yang menyebabkan perbedaan terhadap suatu hal pada periode waktu tertentu. Contohnya, yaitu restoran, supermarket, dan teater yang mengalami variasi musiman mingguan bahkan harian.
- c. Siklis, menunjukkan variasi yang terjadi dalam jangka panjang lebih dari satu tahun. Sering dipengaruhi oleh faktor fluktuasi ekonomi, politik, atau keadaan pertanian.
- d. Deret konstan, menunjukkan pergerakan data pada tingkat yang selama dari satuan waktu ke waktu.

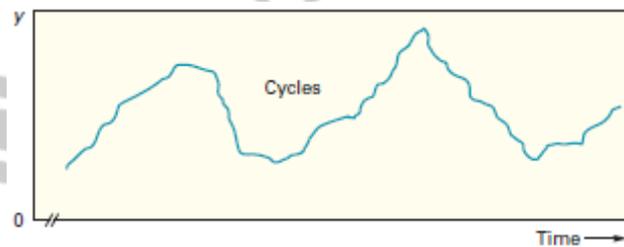
Stevenson (2011) dan Waters (2003) menggambarkan pola data *trend*, musiman, siklis, dan konstan seperti pada Gambar 2.1, Gambar 2.2, Gambar 2.3, dan Gambar 2.4.



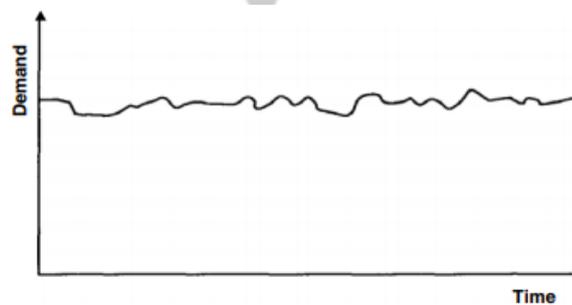
Gambar 2.1. Trend



Gambar 2.2. Musiman



Gambar 2.3. Siklis



Gambar 2.4. Konstan

2.2.3. Definisi Persediaan

Persediaan merupakan suatu aktiva berupa barang-barang milik perusahaan yang akan dijual dalam suatu periode. Persediaan juga dapat berupa barang dalam proses atau bahan baku (Akhmad, 2018). Persediaan dapat didefinisikan juga sebagai barang-barang yang disimpan sehingga dapat digunakan atau dijual pada periode mendatang.

Persediaan dapat terjadi dikarenakan adanya ketidakpastian permintaan suatu barang yang kebanyakan dialami oleh perusahaan yang mengoperasikan sistem *make to stock*. Selain itu, perbedaan lokasi dapat menyebabkan munculnya *lead time* pengiriman sehingga persediaan diperlukan. Persediaan diadakan untuk mengantisipasi hal-hal tersebut. Menurut Pujawan (2010), persediaan dapat dibagi menjadi beberapa klasifikasi, antara lain:

- a. Berdasarkan bentuknya, persediaan dapat diklasifikasikan menjadi persediaan bahan baku (*raw materials*), barang setengah jadi (WIP), dan produk jadi (*finished product*). Klasifikasi tersebut biasanya hanya berlaku pada perusahaan manufaktur. Produk jadi dalam konteks rantai pasok merupakan produk yang tidak mengalami proses pengolahan lagi dan dapat siap digunakan oleh konsumen akhir.
- b. Berdasarkan fungsinya, dapat dibedakan lagi menjadi beberapa jenis, yaitu:
 - i. *Pipeline/Transit inventory* merupakan persediaan yang muncul akibat adanya *lead time* pengiriman dari satu tempat ke tempat lainnya
 - ii. *Cycle stock* merupakan persediaan yang terjadi akibat adanya motif untuk memenuhi skala ekonomi.
 - iii. Persediaan pengaman (*safety stock*) merupakan persediaan yang berfungsi untuk mengatasi ketidakpastian permintaan maupun pasokan.
 - iv. *Anticipation stock* merupakan kebutuhan persediaan yang digunakan untuk mengantisipasi adanya kenaikan permintaan dikarenakan sifat permintaan produk musiman.

2.2.4. Penyebab Persediaan

Persediaan dapat muncul sebagai langkah pemenuhan permintaan yang datang dari pelanggan. Permintaan dari pelanggan tidak akan dapat diketahui secara pasti sebelum terjadi. Oleh karena itu, persediaan muncul untuk mengantisipasi ketidakpastian dari permintaan. Ketidakpastian dapat menyebabkan persediaan

berlebih di akhir masa jual atau mengalami kekurangan saat permintaan lebih banyak dari perkiraan awal.

Ketidakpastian yang terjadi pada rantai pasok tidak hanya muncul akibat dari permintaan tetapi juga dari arah pasokan dan operasi internal. Harga bahan baku yang tidak pasti menyebabkan pabrik menimbun persediaan bahan baku sedangkan ketidakpastian pengiriman dapat menyebabkan distributor menyimpan persediaan cadangan (*safety stock*). Persediaan barang setengah jadi (WIP) juga terpaksa diadakan akibat ketidakpastian internal, seperti kehandalam mesin kurang dan variasi kecepatan mesin.

Persediaan juga dapat muncul akibat perbedaan lokasi sehingga muncul *lead time* pengiriman. Jika bahan baku yang dibutuhkan dibeli dari pemasok luar negeri, maka dapat memakan waktu hingga hitungan bulan untuk bahan baku tersebut sampai. Persediaan bahan baku dibutuhkan oleh pabrik untuk digunakan selama waktu tunggu tersebut. Persediaan yang dibutuhkan akan semakin banyak jika waktu pengiriman semakin lama (Pujawan, 2010).

2.2.5. Fungsi Persediaan

Persediaan diadakan karena memiliki fungsi penting dalam kegiatan pemenuhan permintaan pelanggan. Terdapat tiga jenis motif yang menjadi peran penting adanya persediaan, yaitu motif transaksi, motif berjaga-jaga, dan motif berspekulasi (Bahagia, 2006).

a. Motif Transaksi

Motif transaksi menjadi motif utama persediaan dibutuhkan. Motif transaksi adalah motif untuk memastikan permintaan terhadap barang terpenuhi. Kuantitas minimum persediaan supaya proses pemenuhan permintaan terjamin lancar disebut sebagai stok operasi. Kuantitas minimum stok operasi, yaitu sebesar barang yang dibutuhkan selama *lead time*.

b. Motif Berjaga-jaga

Motif berjaga-jaga merupakan motif untuk meredam ketidakpastian. Ketidakpastian yang menyebabkan adanya motif ini bisa berasal dari pemakai barang maupun pemasok. Kuantitas persediaan yang digunakan untuk meredam ketidakpastian dari pemakai disebut dengan persediaan pengaman (*safety stock*). Kuantitas persediaan yang digunakan untuk meredam ketidakpastian dari pemakai disebut cadangan penyangga (*buffer stock*).

c. Motif Berspekulasi

Motif spekulasi timbul dikarenakan adanya tujuan memanfaatkan kenaikan harga barang di masa yang akan datang untuk melipatgandakan keuntungan. Faktor spekulasi biasanya terjadi terhadap barang-barang yang langka di pasaran atau dipasarkan secara monopolistik.

2.2.6. Biaya dalam Persediaan

Menurut Stevenson (2015), terdapat beberapa jenis biaya yang termasuk dalam persediaan, antara lain:

- a. Biaya pembelian (*purchasing cost*), yaitu jumlah biaya yang dikeluarkan untuk membayar sejumlah barang yang dibeli kepada *vendor* atau pemasok.
- b. Biaya penyimpanan (*holding cost*), yaitu biaya yang timbul akibat adanya aktivitas penyimpanan di dalam *storage* atau *warehouse*. Contoh dari biaya ini, antara lain biaya pemeliharaan, depresiasi, asuransi, dan pajak. Rentang untuk biaya simpan tahunan, yaitu 20-40% dari nilai suatu barang.
- c. Biaya pemesanan dan penyiapan (*ordering cost/setup cost*). Biaya pemesanan (*ordering cost*), yaitu biaya yang dikeluarkan akibat adanya aktivitas memesan atau menerima barang dari pemasok atau *vendor*. Biaya penyiapan (*setup cost*), yaitu biaya yang dikeluarkan akibat adanya aktivitas penyiapan seperti mesin dan peralatan jika perusahaan memproduksi sendiri.
- d. Biaya kekurangan (*shortage cost*), yaitu biaya yang timbul akibat permintaan lebih banyak dibandingkan dengan pasokan yang terdapat dalam persediaan perusahaan.

2.2.7. Model Persediaan

Model persediaan dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu model persediaan deterministik dan probabilistik. Model persediaan termasuk deterministik jika faktor atau variabel yang terkait dengan sistem persediaan sudah diketahui dengan pasti. Faktor atau variabel tersebut, meliputi kedatangan, jumlah permintaan dan, *lead time* dalam suatu periode perencanaan. Ukuran pesanan adalah salah satu keputusan yang harus ditentukan dalam mengelola persediaan. Jika permintaan item dalam jangka panjang relatif stabil, maka ukuran pesan akan mempengaruhi rata-rata persediaan dan frekuensi pemesanan. *Economic Order Quantity* (EOQ) adalah salah satu model sederhana untuk menentukan ukuran pesan ekonomis. Pertimbangan terhadap ongkos pesan dan ongkos simpan diperhitungkan pada model ini. Model EOQ memiliki sejumlah asumsi dan model ini cukup baik digunakan jika asumsi

tersebut terpenuhi. Asumsi dari model ini, yaitu permintaan item bersifat kontinyu dengan tingkat seragam, artinya jumlah permintaan selalu sama setiap waktu. Asumsi ini tidak pernah terpenuhi pada kenyataan namun model masih cukup baik digunakan jika variansi permintan tidak terlalu besar. Model EOQ deterministik menganggap permintaan maupun pasokan terjadi secara pasti. *Lead time* juga belum dipertimbangkan (Bahagia, 2006; Pujawan, 2010).

Model persediaan termasuk probabilistik apabila satu atau lebih faktor atau variabelnya tidak diketahui dengan pasti namun dapat dicari pola distribusi kemungkinannya. Model ini ditandai dengan adanya permintaan dan periode datangnya pesanan yang tidak pasti sehingga membutuhkan pendekatan distribusi probabilitas. Beberapa item memiliki sifat musiman. EOQ untuk permintaan musiman memiliki isu mendasar, yaitu menemukan keseimbangan antara ongkos kekurangan dan ongkos kelebihan produk selama satu musim penjualan. Produk yang permintaannya bersifat musiman memiliki risiko, yaitu barang yang sudah melewati masa kadaluarsa tidak terjual sama sekali. Biasanya hal ini terjadi pada produk, seperti minuman, makanan, sayuran segar, daging, dan surat kabar. Ongkos kelebihan dan kekurangan dapat dinotasikan dan ditunjukkan pada persamaan 2.6 dan 2.7.

$$C_o = c - s \quad (2.6)$$

$$C_u = p - c \quad (2.7)$$

Keterangan untuk rumus tersebut adalah sebagai berikut:

C_o = ongkos kelebihan

C_u = ongkos kekurangan

c = harga beli

p = harga jual normal

s = harga jual setelah melewati masa kadaluarsa

Model sederhana yang dapat digunakan pada kondisi musiman, yaitu model Q dan model P. Karakteristik pertama model Q, yaitu ukuran lot pemesanan (q_0) selalu tetap besarnya setiap kali dilakukan pemesanan. Karakteristik kedua, yaitu jika jumlah persediaan sudah mencapai tingkat tertentu, maka pemesanan dilakukan. Tingkat tertentu yang dicapai disebut sebagai titik pemesanan kembali (*reorder point*) (Bahagia, 2006; Pujawan, 2010).

Menurut Russel dkk (2009) biaya total persediaan untuk model EOQ adalah penjumlahan dari biaya pemesanan dan biaya simpan yang ditunjukkan pada persamaan 2.8.

$$TC = \frac{DS}{Q} + \frac{HQ}{2} \quad (2.8)$$

Jaya dkk (2012) mengembangkan model persediaan EOQ untuk *multi-item* pada kasus *lost-sales* dengan mempertimbangkan masa kadaluarsa. Rumus untuk model EOQ yang dikembangkan menggunakan konsep yang sama dengan yang sudah ada. Total biaya persediaan merupakan penjumlahan dari biaya pembelian, biaya pemesanan, dan biaya simpan namun ditambahkan faktor kadaluarsa. Rumus untuk menghitung total biaya persediaan ditunjukkan pada persamaan 2.9.

$$TC = \frac{PQ^*}{Ts^*} - \frac{J(Q^* - D.Ts^*)}{Ts^*} + \frac{S}{Ts^*} + \frac{PH(2Q^* - D.Ts^*)}{2} \quad (2.9)$$

Rumus untuk mencari nilai Q^* dan Ts^* ditunjukkan pada persamaan 2.10 dan 2.11.

$$Q^* = D.Ts^* \quad (2.10)$$

$$Ts^* = \sqrt{\frac{2S}{DHP}} \quad (2.11)$$

Keterangan notasi dari rumus tersebut adalah sebagai berikut:

- TC = total biaya persediaan
- P = harga beli
- S = biaya per pemesanan
- D = permintaan tahunan
- H = fraksi biaya simpan
- J = harga jual barang kadaluarsa
- Q^* = jumlah persediaan bahan baku optimal
- Ts^* = lama selang waktu siklus optimal

2.2.8. Sistem

Kelton (1991) mengatakan bahwa sistem merupakan sekumpulan entitas, seperti manusia atau mesin. Sekumpulan entitas tersebut saling berinteraksi untuk mencapai tujuan akhir tertentu. Sistem dapat dipelajari dengan beberapa cara, antara lain:

- a. Eksperimen dengan sistem aktual versus eksperimen dengan model sistem. Jika sistem aktual dimungkinkan untuk diubah secara fisik dan dioperasikan dengan kondisi yang baru, maka hal itu tentu diinginkan untuk dilakukan. Kenyataannya, sangat jarang hal tersebut dapat dilakukan karena akan menimbulkan biaya yang tinggi dan sangat mengganggu sistem. Hal tersebut menjadi dasar diciptakan sebuah model yang dapat menggambarkan sistem aktual. Validasi perlu dilakukan untuk menjamin keakuratan dari suatu model.
- b. Model fisik versus model matematis. Contoh dari model fisik adalah sebuah miniatur. Model matematis menggambarkan sistem dengan bentuk logika dan hubungan kuantitatif yang kemudian dimanipulasi dan diubah untuk menunjukkan respon model terhadap perubahan.
- c. Solusi analitis versus simulasi. Setelah model terbentuk, dilakukan analisis untuk memperoleh jawaban dari permasalahan yang ingin diselesaikan dalam sistem. Jika model cukup sederhana, maka solusi analitis mungkin untuk digunakan untuk mendapat hasil eksak. Jika model matematis untuk menyelesaikan secara analitis tersedia dan efisien digunakan, maka lebih baik menggunakan cara tersebut. Jika sistem terlalu kompleks dan model matematis juga menjadi kompleks, maka lebih baik menggunakan simulasi.

2.2.9. Simulasi

Simulasi merupakan suatu cara yang dilakukan oleh komputer untuk meniru perilaku dari suatu sistem nyata. Simulasi dilakukan untuk membuat suatu solusi ketika model matematis sulit dan kompleks untuk dilakukan. Selain itu, simulasi juga digunakan jika model yang akan diterapkan memiliki kemungkinan kerugian yang besar. Simulasi biasanya digunakan untuk permasalahan yang bersifat probabilistik dan membantu dalam pengambilan keputusan.

2.2.10. Tahapan pada Simulasi

Simulasi yang baik perlu dilakukan dengan memperhatikan langkah-langkah yang tepat. Menurut Banks (2013), terdapat beberapa tahapan yang perlu dilakukan dalam melakukan simulasi, yaitu:

- i. Membuat formulasi masalah

Setiap studi perlu diawali dengan membuat pernyataan permasalahan yang terjadi. Permasalahan yang dideskripsikan harus dipastikan dapat dipahami dengan jelas. Terdapat beberapa kasus suatu permasalahan perlu diformulasi ulang selama penelitian berlangsung.

- ii. Menentukan tujuan dan rencana keseluruhan proyek
Tujuan mengindikasikan pertanyaan-pertanyaan yang harus terjawab dengan simulasi. Pada tahap ini, suatu keputusan dibuat untuk menentukan simulasi menjadi metode yang tepat atau tidak untuk permasalahan dan tujuan yang akan dicapai. Perencanaan keseluruhan proyek perlu mencantumkan sistem alternatif yang perlu dipertimbangkan dan metode untuk mengevaluasi keefektifan dari alternatif tersebut.
- iii. Konseptualisasi model
Pembuatan model dipengaruhi oleh kemampuan untuk menemukan fitur-fitur penting dari sebuah masalah, memilih dan memodifikasi asumsi dasar yang menggambarkan sistem, dan mengembangkan model hingga tercapai pendekatan hasil yang berguna. Model lebih baik diawali dengan model yang sederhana kemudian menuju model yang lebih kompleks. Pengguna model disarankan ikut serta dalam konseptualisasi model untuk meningkatkan kualitas dari model yang dihasilkan dan pengaplikasian model.
- iv. Pengumpulan data
Tahap ini melakukan pengumpulan informasi atau data pendukung untuk model sistem yang akan dibuat. Kebutuhan data dapat berubah seiring dengan kompleksitas model. Pengumpulan data perlu dilakukan sedini mungkin karena menyebabkan konsumsi waktu yang besar. Tujuan penelitian mengindikasikan jenis data yang perlu dikumpulkan.
- v. Penerjemahan model
Model dimasukkan dalam bentuk program. Program dijalankan dengan *software* tertentu. Pemilihan *software* ditentukan sesuai dengan kebutuhan simulasi yang akan dijalankan.
- vi. Verifikasi dan validasi model
Verifikasi dilakukan untuk memastikan bahwa model yang dibuat sudah sesuai dengan logika matematis. Verifikasi dilakukan dengan membandingkan model dan sistem nyata untuk mengetahui adanya *error* pada model yang dibuat. Validasi dilakukan untuk memastikan bahwa model yang dibuat telah dapat menggambarkan sistem nyata.
- vii. Desain eksperimen
Alternatif-alternatif yang disimulasikan perlu ditentukan. Setiap desain sistem yang disimulasikan, penentuan atau pemilihan perlu dibuat dengan

mempertimbangkan panjang periode inialisasi, lama simulasi dijalankan, dan jumlah replikasi.

viii. *Production runs* dan analisis

Simulasi yang dijalankan beserta dengan analisis lanjutan digunakan untuk mengestimasi ukuran performansi dari desain sistem yang disimulasikan. Analisis menentukan perlu penambahan jumlah simulasi dijalankan dan desain mana yang perlu dijalankan.

ix. Dokumentasi dan pelaporan

Terdapat dua tipe dokumentasi, yaitu program dan progres. Dokumentasi program diperlukan untuk memberikan pemahaman terhadap operasi program dan pembuatan keputusan berdasarkan analisis, keperluan dalam modifikasi program, dan perubahan parameter.

x. Implementasi

Model yang telah dibuat disampaikan kepada pengguna model sebagai saran solusi yang dapat diterapkan untuk perbaikan sistem yang ada. Keberhasilan implementasi bergantung pada seberapa baik tahap-tahap sebelumnya dijalankan dan keikutsertaan pengguna selama proses pembuatan model.

2.2.11. Kelebihan dan Kekurangan Simulasi

Simulasi memiliki kelebihan dan kekurangan untuk digunakan. Kelebihan simulasi menurut Chung (2004), antara lain:

- a. Menekan waktu untuk melakukan eksperimen. Eksperimen dapat dibuat dalam waktu yang lebih singkat karena model disimulasikan dengan fasilitas komputer. Hal ini merupakan kelebihan utama karena beberapa proses terkadang membutuhkan waktu penyelesaian lebih dari sebulan atau setahun. Replikasi juga dapat dilakukan berkali-kali dalam waktu singkat untuk meningkatkan reliabilitas analisis secara statistik.
- b. Mengurangi penggunaan metode analitik. Sebelum digunakan simulasi dengan komputer, terpaksa menggunakan alat yang lebih bersifat analitis. Praktisi hanya mampu menyelesaikan model sederhana sedangkan model lebih kompleks menjadi keahlian dari analisis riset operasi. Simulasi memungkinkan para praktisi dari berbagai latar belakang mempelajari sistem secara dinamis dengan waktu nyata selama menjalankan simulasi.
- c. Model mudah untuk didemonstrasikan. Sebagian besar perangkat lunak untuk simulasi dilengkapi dengan kemampuan membuat animasi operasi dari model.

Animasi berguna untuk menggambarkan cara kerja dari suatu model. Animasi mempermudah para praktisi mengamati kekurangan atau kesalahan dari logika model. Animasi juga mempermudah dalam melihat cara kerja model untuk mengendalikan setiap situasi yang ada.

Simulasi juga memiliki beberapa kekurangan jika diterapkan. Kekurangan simulasi menurut Chung (2004), antara lain:

- a. Simulasi tidak dapat memberikan hasil yang akurat jika data masukan tidak akurat. Model yang telah diciptakan sebagus mungkin tidak akan memberikan hasil akurat jika data yang dimasukkan dalam model juga tidak akurat.
- b. Simulasi tidak dapat memberikan jawaban yang sederhana terhadap permasalahan yang kompleks. Jika sistem yang dianalisis memiliki banyak bahan dan interaksi, kebijakan yang terbaik adalah mempertimbangkan setiap elemen yang ada dalam sistem. Jika elemen kritis diabaikan, maka akan menghasilkan kebijakan yang kurang efektif.
- c. Simulasi tidak semerta-merta dapat menyelesaikan masalah. Simulasi menyediakan solusi-solusi yang berpotensi untuk menyelesaikan masalah. Implementasi dari solusi tersebut bergantung pada pihak manajemen yang bertanggung jawab.

2.2.12. Pembangkitan Bilangan *Random*

Bilangan *random* dibutuhkan sebagai dasar dalam simulasi. Sebagian besar bahasa komputer memiliki fungsi untuk membangkitkan bilangan *random*. Bilangan *random* digunakan untuk membangkitkan waktu *event* atau variabel-variabel *random* lainnya dalam bahasa simulasi. Bilangan *random* memiliki karakteristik statistik, yaitu:

- a. Bilangan terdistribusi uniform antara 0 dan 1.
- b. Bilangan-bilangan yang dihasilkan selanjutnya harus independen secara statistik dengan semua bilangan yang dihasilkan sebelumnya.

Pada Excel, dapat digunakan fungsi RAND untuk menghasilkan nilai antara 0 hingga 1. Rumus yang digunakan, yaitu:

$$= \text{RAND} ()$$

Beberapa aktivitas yang tidak pasti atau tidak dapat diprediksi dapat dimodelkan dengan bilangan *random* dan distribusi tertentu. Berikut adalah rumus yang

digunakan untuk membangkitkan bilangan random dengan distribusi eksponensial dan gamma.

a. Eksponensial

$$X_i = -\frac{1}{\lambda} \ln R_i \quad (2.12)$$

b. Gamma

Pembangkitan bilangan *random* gamma dapat dilakukan dengan beberapa langkah, yaitu:

i. Menghitung a dan b dengan rumus persamaan 2.13 dan 2.14.

$$a = 1/(2\beta - 1)^{1/2} \quad (2.13)$$

$$b = \beta - \ln 4 \quad (2.14)$$

ii. Membangkitkan R1 dan R2 dan menentukan V dengan persamaan 2.15.

$$V = R1/(1 - R1) \quad (2.15)$$

iii. Menghitung X dengan persamaan 2.16.

$$X = \beta V^a \quad (2.16)$$

iv. Jika $X > b + (\beta a + 1) \ln(V) - \ln(R1^2 R2)$, tolak X dan kembali ke langkah 2.

v. Jika $X \leq b + (\beta a + 1) \ln(V) - \ln(R1^2 R2)$, gunakan X.

vi. Bagi nilai X dengan $\beta\theta$.

2.2.13. Penentuan Jumlah Replikasi

Simulasi perlu dilakukan beberapa kali untuk dapat merepresentasikan kondisi dari sistem nyata. Oleh karena itu, diperlukan untuk melakukan replikasi. Replikasi adalah jumlah pengulangan simulasi akan dijalankan. Penentuan jumlah replikasi diawali dengan menentukan nilai α dan γ , yaitu 0,1. Koefisien α menunjukkan nilai *confidence interval*. Nilai α sebesar 0,1 memiliki arti bahwa terdapat kemungkinan sebesar 0,1 dari nilai *mean* (μ) akan berada di luar rentang $\bar{x} \pm \sigma$. Koefisien γ menyatakan penyimpangan nilai \bar{x} dari μ (Kelton, 2000). Nilai *relative error* dapat dihitung dengan persamaan 2.17.

$$\begin{aligned} \gamma &= \left| \frac{\bar{x} - \mu}{\mu} \right| \\ \gamma' &= \left| \frac{\gamma}{1 + \gamma} \right| \\ \gamma' &= \left| \frac{0,1}{1 + 0,1} \right| = 0,9 \end{aligned} \quad (2.17)$$

Jumlah replikasi dihitung dengan kondisi tercapai dan nilai $t_{i-1,1-\alpha/2}$ berasal dari distribusi t. Jumlah replikasi ditunjukkan pada persamaan 2.18.

$$Nr^*(\gamma) = \min \left(i \geq n; \frac{t_{i-1,1-\alpha/2} \sqrt{S^2(n)/i}}{|\bar{x}(n)|} \leq \gamma' \right) \quad (2.18)$$

Keterangan:

$Nr^*(\gamma)$ = jumlah replikasi

γ = tingkat *error*

i = jumlah *sample*

α = *confidence interval*

S = standar deviasi

$\bar{x}(n)$ = *mean sample* ke-n

2.2.14. Verifikasi dan Validasi

Verifikasi adalah suatu proses yang dilakukan untuk memastikan bahwa model yang dioperasikan dalam simulasi sudah sesuai dengan yang diinginkan. Validasi adalah suatu proses untuk memastikan bahwa model telah merepresentasikan atau menggambarkan kondisi nyata dari sistem (Chung, 2004).

2.2.15. Half-Width, Batas Atas, dan Batas Bawah

Half-width (hw) merupakan interval kepercayaan yang memiliki rentang pasti untuk nilai rata-rata yang sesungguhnya pada tingkat kepercayaan tertentu (Harrell dkk, 2003). Nilai *half width* ditunjukkan dengan persamaan 2.13.

$$hw = \frac{(t_{i-1,1-\alpha/2}) S}{\sqrt{n}} \quad (2.13)$$

Setelah diperoleh nilai *half width*, dapat dihitung nilai batas atas dan batas bawah dengan persamaan 2.14 dan 2.15.

$$\text{Batas atas} = \bar{x} + hw \quad (2.14)$$

$$\text{Batas bawah} = \bar{x} - hw \quad (2.15)$$

Keterangan:

hw = *half width*

n = jumlah replikasi atau *sample*

α = tingkat signifikansi

S = standar deviasi
 $t_{i-1, 1-\alpha/2}$ = nilai dari tabel t
 \bar{x} = rata-rata

2.2.16. Uji t (t-Test)

Validasi secara statistik merupakan salah satu cara validasi yang melibatkan perbandingan objektif dan kuantitatif antara sistem aktual dengan model simulasi. Jika tidak terdapat perbedaan signifikan secara statistik dalam data, maka model sudah valid. Salah satu validasi statistik adalah t-test. Jenis t-test yang akan digunakan adalah *two-sample assuming equal variances*. Validasi dilakukan dengan fasilitas *Microsoft Excel*. Uji ini dilakukan dengan menentukan hipotesis nol dan hipotesis alternatif terlebih dahulu. Hipotesis nol (H_0) menyatakan bahwa tidak ada perbedaan rata-rata dari kedua sampel (sama). Hipotesis alternatif (H_1) menyatakan bahwa terdapat perbedaan rata-rata dari kedua sampel. H_0 dan H_1 dapat dinyatakan seperti pada persamaan 2.16 dan 2.17.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 \quad (2.16)$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \quad (2.17)$$

Setelah itu, ditentukan tingkat signifikansi (α) sebesar 0,05. Tingkat signifikansi sebesar 0,05 menunjukkan tingkat kesalahan yang mungkin terjadi untuk menolak H_0 . P-value merupakan nilai probabilitas yang diamati dari statistik uji. Jika p-value kurang dari α , maka H_0 ditolak sedangkan jika p-value lebih besar dari H_0 , maka H_0 tidak ditolak (Chung, 2004).

2.2.17. Biaya, Penerimaan, dan Keuntungan

Gilarso (2003) menyebutkan terdapat beberapa jenis biaya dalam produksi. Biaya tetap (*Fixed Cost* atau FC) merupakan biaya yang digunakan dalam proses produksi namun jumlahnya tetap tidak dipengaruhi perubahan jumlah produk yang dihasilkan sampai batas tertentu. Contoh biaya tetap, yaitu biaya sewa tanah, sewa bangunan, dan penyusutan bangunan.

Biaya variabel (*Variabel Cost* atau VC) merupakan biaya yang digunakan dalam proses produksi dan jumlahnya berubah tergantung pada besar kecilnya jumlah produksi yang dihasilkan. Biaya variabel sebagai selisih dari biaya total dengan biaya tetap. Biaya total (*Total Cost* atau TC) merupakan biaya yang dihasilkan

dari penjumlahan antara biaya tetap dan biaya variabel. Biaya total ditunjukkan dengan rumus pada persamaan 2.18.

$$TC = FC + VC \quad (2.18)$$

Penerimaan total (*Total Revenue* atau TR) secara umum merupakan hasil dari perkalian antara harga jual (P) dengan jumlah produk (Q) atau dapat dinyatakan dalam rumus seperti pada persamaan 2.19.

$$TR = P \times Q \quad (2.19)$$

Keuntungan merupakan kondisi peningkatan kekayaan yang terjadi pada seorang investor sebagai hasil dari penanaman modal yang dilakukan dikurangi dengan biaya-biaya yang terkait dengan penanaman modal tersebut. Secara umum, keuntungan merupakan selisih antara penerimaan dengan biaya yang dikeluarkan. Keuntungan ditunjukkan dengan rumus pada persamaan 2.20.

$$\pi = TR - TC \quad (2.20)$$

