

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Bab ini akan membahas mengenai penelitian terdahulu, penelitian sekarang, dan landasan teori yang digunakan sebagai acuan dan dasar penelitian.

2.1. Penelitian Terdahulu

Peninjauan terhadap penelitian terdahulu bertujuan untuk membuktikan masih ada tempat dalam topik penelitian dan juga untuk mencegah terjadinya kesamaan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh penulis lainnya.

Eppen and Kipp (1988) melakukan penelitian tentang perancangan *safety stock* ketika *demand* dan *lead time* bersifat variabel acak. Penelitian tersebut memperhatikan distribusi data baik itu *demand* maupun *lead time*. Mereka menggunakan metode *exponential smoothing* untuk mengestimasi *demand* dan juga distribusi *lead time*.

Penelitian selanjutnya, Charnes *et al.* (1995) mengembangkan sebuah model yang mempertimbangkan kebijakan pengisian ulang persediaan atau *inventory replenishment* periodik untuk mengendalikan tingkat persediaan ketika fungsi *autocovariance* untuk permintaan Gaussian diketahui dari data historis.

Khader *et al.* (2014) meneliti dampak tidak akuratnya pengendalian persediaan dalam sebuah sistem pengendalian persediaan yang berdampak pada performa sistem tersebut. Dari penelitian tersebut mereka memberikan solusi pemesanan analitis dengan memperhatikan dampak dari *error* yang terjadi dalam kebijakan pemesanan. Tidak bisa dipungkiri bahwa pengendalian persediaan memiliki keterkaitan yang erat dengan biaya.

Nugraha (2013) melakukan penelitian mengenai penentuan *safety stock*, *reorder point*, dan *reorder quantity* suku cadang mesin produksi berdasarkan ketidakpastian *demand* dan *lead time*. Solusi optimal dilakukan dengan melakukan pendekatan statistika. pendekatan tersebut dilakukan dengan mencari distribusi yang dapat mewakili data *demand* dan *lead time*. Hasil yang didapatkan dari perhitungan tersebut dijadikan pembandingan terhadap sistem nyata dengan jumlah biaya sebagai parameternya.

Sirait *et al.* (2013) melakukan penelitian mengenai penentuan *safety stock*, *reorder point*, dan *econic order quantity* pada PT. XYZ agar tercapainya tujuan

meningkatkan efisiensi biaya dengan meramalkan jumlah permintaan terlebih dahulu.

Paramitha (2013) melakukan penelitian tentang sistem persediaan *inventory* batubara di PT. Holcim, Cilacap. Beliau menggunakan metode simulasi dengan perangkat lunak *Microsoft Excel*.

2.2. Penelitian Sekarang

Penelitian saat ini dilakukan dengan tujuan untuk melakukan perencanaan persediaan dengan menentukan *safety stock* yang optimal pada saat kejadian *demand* selama *lead time* menggunakan metode simulasi *Monte Carlo*.

2.3. Landasan Teori

Dibawah ini akan dijelaskan berbagai teori yang menjadi dasar penelitian ini.

2.3.1. Pengertian Persediaan

Persediaan atau *Inventory* merupakan sejumlah barang yang disimpan oleh perusahaan hingga waktu penggunaannya tiba yaitu ketika ada permintaan dari pembeli. Persediaan memiliki peranan penting dalam perusahaan, sebab stok mampu mempengaruhi kepuasan pembeli, biaya, keuntungan, dan lainnya. Oleh karena itu pengelolaan persediaan yang baik sangatlah dibutuhkan demi kelancaran proses bisnis perusahaan.

Sistem persediaan adalah serangkaian kebijaksanaan dan pengendalian yang memonitor tingkat persediaan yang harus dijaga, kapan persediaan harus diisi, dan berapa besar pesanan yang harus dilakukan. Sistem ini bertujuan untuk menetapkan dan menjamin tersedianya sumber daya yang tepat, dalam kuantitas yang tepat dan pada waktu yang tepat. Atau dengan kata lain, sistem dan model persediaan bertujuan untuk meminimumkan biaya total melalui penentuan apa, berapa, dan kapan pesanan dilakukan secara optimal.

2.3.2. Unsur-unsur Persediaan

Ada 3 unsur penting dalam persediaan yang memiliki sifat tertentu seperti yang diungkapkan oleh Tersine (1994). Ketiga unsur tersebut adalah:

a. Permintaan (*Demand*)

Sifat yang dimiliki permintaan dapat dibagi menjadi 2, yaitu permintaan yang bersifat deterministik dan probabilitas. Permintaan yang bersifat deterministik

adalah jumlah permintaan yang akan datang diketahui secara pasti. Apabila jumlah permintaan yang akan datang tidak diketahui, maka bersifat probabilistik sehingga dibutuhkan distribusi probabilitas.

b. Pemesanan (*Size, Pattern, Lead time*)

Pemesanan dilakukan untuk memulihkan jumlah persediaan. Selang waktu yang dibutuhkan ketika melakukan pemesanan hingga barang tersebut tiba disebut *lead time*. *Lead time* dapat bersifat deterministik maupun probabilistik. *Replenishment pattern* mengacu pada bagaimana unit yang telah dipesan dimasukkan kedalam persediaan.

c. Batasan (*Constraints*)

Ada beberapa batasan yang terjadi dalam persediaan, seperti jumlah stok yang mampu disimpan, keuangan, pekerja, kebijakan, kemampuan supply, dan keputusan administratif.

2.3.3. Klasifikasi Persediaan

Menurut Waters (2003) ada beberapa klasifikasi tipe stok, klasifikasi tersebut diantaranya adalah:

a. Bahan mentah (*Raw Materials*)

Bahan mentah merupakan barang masukan awal dalam proses produksi yang selanjutnya akan diolah hingga menjadi produk jadi.

b. Barang setengah jadi (*Work In Progress*)

Barang setengah jadi merupakan bentuk peralihan dari bahan mentah sebelum menjadi produk jadi.

c. Barang jadi (*Finished Goods*)

Barang jadi merupakan barang yang sudah melewati proses produksi dan siap didistribusikan ke konsumen.

Klasifikasi spesifik lainnya berdasarkan fungsi dari peresediaan itu sendiri adalah:

a. *Cycle stock*

Cycle stock adalah stok normal yang digunakan dalam siklus operasi bisnis perusahaan.

b. *Safety stock*

Safety stock merupakan sejumlah persediaan pengaman yang dipakai untuk menghindari *stockout* akibat ketidakpastian permintaan dan suplai. Faktor kritis dalam penentuan *safety stock* adalah variasi permintaan selama *lead time*.

c. *Seasonal stock*

Seasonal stock adalah stok yang dipersiapkan untuk memenuhi permintaan musiman.

d. *Pipeline stock*

Pipeline stock adalah stok yang sedang bergerak dari satu lokasi menuju lokasi lainnya.

e. *Other stock*

Other stock adalah stok yang dipersiapkan untuk tujuan tertentu.

2.3.4. Fungsi Persediaan

Pasokan dan permintaan seringkali tidak selaras satu sama lain. Menurut Tersine (1994) ada beberapa faktor yang mendukung fungsi persediaan, antara lain:

- Faktor waktu yang berkaitan dengan waktu yang dibutuhkan dari proses produksi hingga ke tangan konsumen. Dengan adanya persediaan yang tepat, perusahaan mampu memenuhi permintaan selama *lead time*.
- Faktor diskontinuitas memperbolehkan kejadian seperti fluktuasi permintaan dan ketidakpastian *lead time*. Dengan adanya persediaan yang tepat, maka proses bisnis akan tetap berjalan lancar.
- Faktor tidak pasti adalah ketika selama proses produksi ada kejadian yang mengakibatkan macetnya proses produksi, maka akan diperlukan waktu untuk melakukan perbaikan. Persediaan yang tepat dapat membantu mengisi kekosongan akibat kendala tersebut.
- Faktor ekonomi yang bermanfaat ketika dengan memiliki persediaan lebih ekonomis dibandingkan pemesanan yang terlalu sering.

2.3.5. Perhitungan Kebutuhan *Safety Stock*

Persediaan pengaman atau *safety stock* adalah persediaan tambahan yang digunakan untuk menghindari kemungkinan terjadinya kekurangan persediaan (*stock out*).

Rumus umum Persediaan Pengaman (*Safety Stock*) untuk tingkat permintaan variabel dan *lead time* yang variabel yaitu:

$$SS = z\sqrt{LT} \times \sigma_D^2 + D^2 \times \sigma_{LT}^2 \quad (2.1)$$

Dimana:

SS = *Safety Stock*

Z = *Safety Factor*

- LT = Waktu Tenggang (*Lead Time*)
 D = Permintaan
 σ = Standar deviasi

Safety factor atau yang umum disebut sebagai *service level* merupakan probabilitas kemampuan stok dalam memenuhi *demand*.

2.3.6. Biaya

Waters (2003) mengemukakan bahwa ada 4 macam *cost* yang terjadi dalam sebuah sistem pengelolaan persediaan, keempat macam *cost* tersebut adalah:

a. Biaya Pemesanan Ulang (*Reorder Cost*)

Biaya pemesanan adalah biaya yang dikeluarkan selama proses pemesanan dan pengadaan barang hingga siap untuk dipergunakan. Contoh biaya yang termasuk kedalam *reordering cost* adalah biaya administrasi, biaya telepon, biaya transportasi, dan lainnya. Biaya pemesanan haruslah biaya yang dikeluarkan untuk pemesanan yang berulang-ulang, bukan pemesanan pertama. Apabila barang tersebut diproduksi perusahaan itu sendiri, maka biaya tersebut secara khusus adalah biaya *batch setup*, biaya dokumentasi, biaya produksi yang terhenti ketika pemeliharaan mesin, material yang tumpah, dan lainnya.

b. Biaya Unit (*Unit Cost*)

Biaya unit adalah biaya yang ditetapkan oleh pemasok untuk setiap unit produk yang dijual

c. Biaya penyimpanan (*Holding cost*)

Biaya penyimpanan adalah biaya yang terjadi berkaitan dengan penyimpanan sejumlah unit persediaan dalam perusahaan per periode. Contoh biaya yang termasuk kedalam *holding cost* adalah biaya pergudangan (seperti sewa, lampu, listrik, dan sebagainya), biaya kehilangan produk (seperti jatuh, rusak, dan sebagainya), biaya administrasi, dan biaya pajak beserta asuransi.

c. Biaya Kehabisan Persediaan (*Shortage cost*)

Biaya kehabisan persediaan adalah biaya yang muncul saat barang yang tersedia tidak mampu memenuhi permintaan.

2.3.7. Karakteristik Permintaan

Permintaan terhadap produk ataupun jasa pasti akan memiliki pola dan karakteristiknya masing masing. Perbedaan tersebut akan membentuk sebuah

pola yang menggambarkan permintaan aktual yang bervariasi dari satu periode ke periode berikutnya (Arnold *et al.*, 2004). Pola permintaan pada umumnya ada 4 yaitu:

a. Kecenderungan (*Trend*)

Pola ini terjadi apabila permintaan memiliki kecenderungan untuk naik atau turun terus menerus.

b. Pola Siklis (*Cycle*)

Permintaan terhadap suatu produk dipengaruhi oleh pola pergerakan aktivitas ekonomi dengan siklus yang berulang secara periodik.

c. Pola musiman (*Seasonal*)

Fluktuasi permintaan suatu produk dapat terjadi berulang secara periodik. Adanya fluktuasi permintaan ini mungkin disebabkan oleh cuaca, musim liburan, ataupun *event* tertentu yang terjadi secara musiman.

d. Pola Horisontal

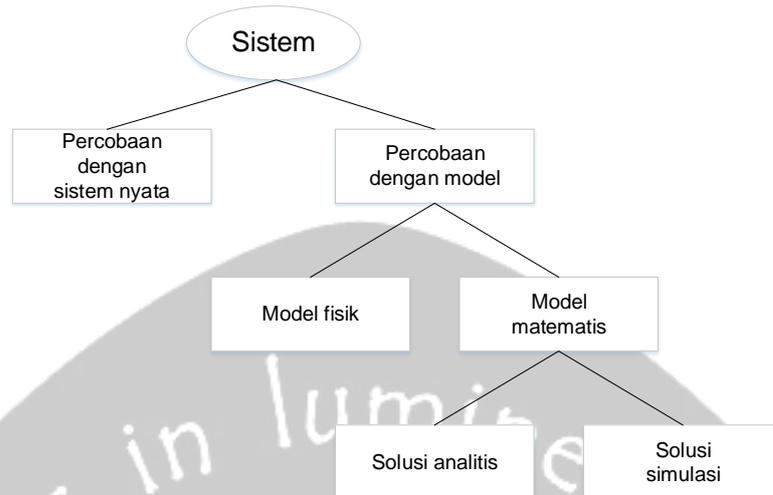
Pola terbentuk ketika rata-rata fluktuasi permintaan tergolong kecil. Sebagai contoh produk yang penjualannya tidak meningkat maupun menurun dalam waktu tertentu dapat digolongkan sebagai pola horisontal.

2.3.8. Definisi Simulasi

Simulasi merupakan teknik yang digunakan untuk meniru perilaku sistem nyata. Simulasi pada umumnya dilakukan menggunakan komputer dengan *software* yang tepat. Menurut Rossetti (2015), meskipun simulasi tidak nyata, namun seringkali simulasi dapat mengonstruksi suatu kejadian yang mampu memberikan kontrol lebih lengkap dibandingkan keadaan nyata.

2.3.9. Sistem, Model, dan Simulasi.

Law and Kelton (2000) menggambarkan hubungan antara sistem, model, dan simulasi seperti pada Gambar 2.1. berikut:



Gambar 2.1. Hubungan Sistem, Simulasi, dan Model (Law & Kelton, 2000)

- a. Eksperimen dengan sistem nyata vs eksperimen model dari sistem
Validasi eksperimen tidak dibutuhkan apabila eksperimen dengan sistem nyata dapat dilaksanakan. Namun untuk mencegah risiko yang tidak diinginkan seperti kegagalan, akan lebih baik jika sistem nyata direpresentasikan ke dalam model yang sederhana dan melakukan validasi terhadap model yang telah dibuat.
- b. Model fisik vs model matematis
Model fisik merupakan miniatur yang meniru bentuk fisik modelnya. Model matematis harus mampu merepresentasikan sistem secara logis dan valid.
- c. Solusi analitis vs simulasi
Untuk memperoleh solusi dari model matematis yang dibuat, analisis model perlu dilakukan. Jika model tersebut cukup sederhana, maka terdapat kemungkinan hasil yang diperoleh benar melalui solusi analitis. Untuk model yang lebih rumit, model matematis membutuhkan waktu yang lama, oleh karena itu simulasi perlu dilakukan untuk mendapatkan solusi dari permasalahan sistem yang kompleks.

2.3.10. Tujuan Simulasi

Menurut Law & Kelton (2000), simulasi hadir untuk memberikan solusi ketika model matematis tidak mampu memberikannya akibat terlalu sulit dan kompleksnya model matematis tersebut. Tujuan utama dari model simulasi adalah untuk memungkinkan pengamatan tentang sistem tertentu yang akan dikumpulkan sebagai fungsi waktu (Rossetti, 2015). Dari sudut pandang tersebut ada dua jenis model simulasi yang berbeda, yaitu kejadian diskrit dan kontinyu.

a. Sistem Diskrit

Sistem diskrit berubah pada titik diskrit pada waktunya, dalam simulasi kejadian diskrit, pengamatan dikumpulkan pada titik-titik tertentu pada saat terjadi perubahan tertentu dalam sistem. Titik-titik terpilih ini dalam waktu disebut *event*.

b. Sistem Kontinu

Simulasi kontinu mensyaratkan agar observasi dikumpulkan terus menerus pada setiap titik waktu.

2.3.11. Kelebihan dan Kekurangan Simulasi

Menurut Rossetti (2015), keuntungan utama pemodelan simulasi adalah bahwa simulasi memiliki kemampuan untuk memodelkan keseluruhan sistem dan keterkaitan kompleksnya. Kekuatan merepresentasikan dalam simulasi memberikan pemodelan yang fleksibel dan diperlukan untuk menangkap proses kompleks. Akibatnya, semua interaksi penting di antara komponen sistem yang berbeda dapat dipertanggungjawabkan dalam model. Pemodelan interaksi ini melekat pada pemodelan simulasi karena simulasi sedekat mungkin meniru perilaku sistem sebenarnya. Prediksi perilaku masa depan sistem ini kemudian dicapai dengan memantau perilaku skenario pemodelan yang berbeda sebagai fungsi waktu simulasi. Model simulasi memungkinkan eksperimen dengan biaya rendah untuk membuat kesimpulan tentang bagaimana sistem sebenarnya dapat berperilaku, sebab sistem di dunia nyata seringkali terlalu kompleks untuk model analitis dan untuk bereksperimen secara langsung biaya yang dibutuhkan cenderung mahal.

Meskipun demikian, simulasi tetap memiliki kelemahan. Simulasi hanyalah model yang merepresentasikan sistem nyata yang lebih kompleks secara sederhana. Ada banyak komponen dan interaksi di dunia nyata yang tidak bisa dimasukkan kedalam model. Hal tersebut mengabaikan beberapa elemen sistem dan pada akhirnya menjadi sebuah asumsi yang mungkin berpengaruh dalam hasil akhir simulasi.

2.3.12. Tahapan Simulasi

Sebuah simulasi yang baik tentu harus melewati tahapan yang tepat. Menurut Law and Kelton (2000) langkah-langkah yang diperlukan untuk melakukan simulasi adalah sebagai berikut:

- a. Memformulasikan masalah
Memformulasikan masalah adalah langkah awal yang harus dilakukan. Pada tahapan ini, masalah dan sistem harus dapat didefinisikan dengan tujuan agar lebih mengenal sistem yang akan disimulasikan dengan tepat.
- b. Mengumpulkan data
Setelah memformulasikan masalah, tahapan selanjutnya adalah mengumpulkan informasi yang dibutuhkan terkait dengan model yang akan dibuat.
- c. Memilih *software* dan mengembangkan model
Setelah data terkumpul, maka tahapan selanjutnya adalah menentukan *software* yang akan digunakan dalam mengembangkan model dan menjalankan simulasi.
- d. Melakukan verifikasi dan validasi model
Verifikasi adalah kegiatan yang dilakukan untuk menentukan apakah sebuah model atau program berjalan sesuai keinginan. Untuk melakukan verifikasi dilakukan, pemeriksaan model harus dilakukan untuk mengetahui apakah ada error didalam model. Validasi adalah tahap untuk memastikan bahwa model yang dibuat benar-benar menyerupai sistem nyata.
- e. Melakukan analisis dan eksplorasi model
Setelah model valid, maka hal selanjutnya yang perlu dilakukan adalah eksplorasi model dengan mengganti kondisi input.
- f. Melakukan eksperimen optimasi model
Pada tahap ini, output simulasi beserta analisisnya diteliti untuk menemukan solusi dari permasalahan yang diawal telah ditentukan sehingga model tersebut sesuai dan dapat dijadikan usulan perbaikan dan diterapkan di sistem nyata.
- g. Mengimplementasikan hasil simulasi
Model yang sudah dibuat sedemikian rupa, diajukan ke pihak yang berwenang dalam mengatur sistem untuk diterapkan tanpa menutup kemungkinan untuk mengembangkannya dimasa yang akan datang.

2.3.13. Metode Simulasi dan ArenaTM

Salah satu metode simulasi yang umum digunakan dalam perencanaan dan pengendalian persediaan adalah simulasi *Monte Carlo*. Istilah simulasi *Monte Carlo* mengacu pada seperangkat metode dan teknik yang didasarkan pada perkiraan kuantitas dengan sampling berulang dari model / persamaan yang

ditunjukkan dalam komputer. Dalam proses acak ini melibatkan suatu distribusi probabilitas dari variabel data yang dikumpulkan dari data masa lalu maupun distribusi secara teoritis. Metode ini sangat cocok untuk menghasilkan dan memperkirakan nilai yang diharapkan dari variabel acak.

Arena™ merupakan salah satu *software* yang dapat digunakan untuk simulasi komputer. *Arena* memiliki *user interface* yang mudah dipahami, namun tetap mampu mengerjakan simulasi yang kompleks. Modul yang ada dalam *Arena™* terdiri dari modul-modul *flowchart* dan modul data. Modul *flowchart* berfungsi memodelkan logika sistem sedangkan modul data berisi data untuk sistem yang dimodelkan. Ada beberapa panel yang mengandung berbagai macam modul, namun fokus penelitian ini hanya menggunakan *Basic process panel* dan *Advanced process panel*.

Basic process panel merupakan sebuah *panel* dalam *Project Bar Arena* yang berisi berbagai macam modul dasar dan bisa digunakan untuk simulasi sederhana. *Advanced proces panel* merupakan sebuah *panel* dalam *Project Bar Arena* yang berisi berbagai macam modul yang lebih kompleks dan spesifik.

Teknik simulasi *Monte Carlo* pada *Arena™* dalam penelitian ini menggunakan 6 jenis modul pada *Basic Process panel* dan 1 modul pada *Advanced Process panel*:

a. *Create*

Modul ini menciptakan entitas yang akan melewati modul lainnya dan mengeksekusi *logic* atau perintah yang ada di modul tersebut. Contoh penerapannya adalah ketika pelanggan datang ke toko.

b. *Assign*

Modul ini menentukan nilai pada variabel yang ada didalam model.

c. *Record*

Modul ini menyimpan data statistik yang diterima dari modul sebelumnya.

d. *Dispose*

Modul ini menonaktifkan entitas ketika simulasi tersebut selesai. Contoh penerapannya adalah ketika produk meninggalkan stasiun kerja.

e. *Variable*

Modul ini digunakan untuk mendefinisikan variabel yang ada di model simulasi beserta nilainya.

f. *Decide*

Modul ini digunakan untuk menentukan keputusan dengan parameter tertentu.

g. *Statistics*

Modul ini digunakan untuk menyimpan data statistik dengan *expression* tertentu.

2.3.14. *Input Analyzer*

Input Analyzer merupakan *software* dari Rockwell yang masih menjadi bagian dari Arena. Fungsi dari *Input Analyzer* adalah menentukan distribusi probabilitas dari data yang diinput. Pemilihan distribusi data tersebut berdasarkan *error* terkecil dari seluruh pilihan. Dari hasil pemilihan distribusi tersebut akan muncul *expression* yang digunakan sebagai *input* berbagai modul di *Arena*.

2.3.15. *Process Analyzer*

Process Analyzer merupakan *software* yang secara otomatis akan menjalankan beberapa simulasi dalam satu *batch run*, dan dapat melakukan perbandingan skenario dengan mengubah *variable Control* dan *Responses*. *Software* ini dapat digunakan sebagai alat analisis sensitifitas untuk mengukur akibat dari perubahan sebuah *input* model. *Process Analyzer* menggunakan istilah *Scenario* yang merupakan eksperimen terhadap sebuah model dengan menentukan nilai dari *variable control*, menentukan *responses*, menjalankan simulasi, dan menganalisa hasil. Istilah analisis sensitifitas atau *Scenario* pada dasarnya memiliki makna yang sama, secara khusus istilah yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Scenario*.