

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

2.1.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai pengendalian persediaan bahan baku dengan metode simulasi Monte Carlo yang dilakukan oleh Sumiati dan Iriani (2017) di UD. Selebriti diperoleh informasi bahwa kelebihan bahan baku yang terjadi di UD. Selebriti disebabkan karena adanya ketidakpastian tingkat pemesanan bahan baku. Penentuan jumlah persediaan bahan baku yang optimal serta mengetahui besar biaya total persediaan yang dapat diminimalisir dijadikan sebagai tujuan dalam penelitian ini. Penelitian ini menghasilkan jumlah optimal persediaan bahan baku, perbandingan nilai persediaan, dan total biaya persediaan. Penelitian membuktikan bahwa dengan adanya penerapan metode simulasi Monte Carlo total biaya persediaan yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan dengan total biaya persediaan yang dihasilkan oleh perusahaan.

Penelitian dengan metode *continuous review system* yang dilakukan pada Moga Toys Home Industry oleh Sukanta (2017) diperoleh informasi bahwa terdapat jumlah permintaan yang tidak tepat, tidak ada kelebihan jumlah persediaan, penghematan biaya, serta adanya penyesuaian antara jumlah persediaan dengan kapasitas gudang sehingga untuk dapat memproduksi berbagai macam boneka, perusahaan harus memperhatikan jumlah persediaan bahan baku. Hasil yang didapati dari penelitian dengan menggunakan metode CRS dan model Q yaitu jumlah pemesanan bahan baku, *safety stock*, *reorder point*, dan total biaya persediaan bahan baku.

Penelitian tentang analisis pengendalian persediaan menggunakan metode probabilistik dengan kebijakan *backorder* dan *lost sales* oleh Pulungan dan Fatma (2018) diperoleh informasi bahwa sering kali perusahaan terpaksa harus melakukan pengendalian persediaan karena adanya permintaan produk yang fluktuatif. Beberapa metode persediaan seperti pengendalian probabilistik sederhana, model P dan model Q digunakan dalam penelitian ini untuk menganalisis sistem dan biaya persediaan di perusahaan. Tujuan dilakukan penelitian ini yaitu untuk menentukan metode pengendalian persediaan yang tepat untuk perusahaan. Penelitian ini membuktikan bahwa penggunaan model P dapat memberikan solusi optimal dengan biaya dan *safety stock* optimal dibandingkan

dengan model persediaan yang lain. Penelitian oleh Chandra dan Sunarni (2020) yang dilakukan pada Apotek X membahas tentang aplikasi model persediaan probabilistik Q dengan pertimbangan *lost sales* memiliki tujuan untuk memperbaiki sistem pengendalian persediaan sehingga dapat meminimalisir terjadinya *lost sales* karena permintaan obat yang fluktuatif dan tidak menentu. Penelitian ini menghasilkan perhitungan kuantitas pemesanan dan *reorder point* menggunakan model persediaan probabilistik Q yang akan digunakan sebagai masukan dalam *two bin* sistem.

Agustiana dan Pardian (2019) dalam penelitian Pengendalian Persediaan Bahan Baku di Pabrik Gula Madukismo, Bantul, Yogyakarta diperoleh informasi bahwa untuk mendapatkan kuantitas yang tepat demi kelancaran dan keberlanjutan proses produksi maka PT. Madukismo membutuhkan pengendalian persediaan. Hasil penelitian adalah jumlah persediaan bahan baku yang optimal, total biaya produksi yang lebih murah serta terjadinya penurunan total biaya persediaan. Hasil penelitian menunjukkan total biaya persediaan bahan baku dapat diturunkan dengan adanya penerapan metode *Economic production Quantity* (EPQ).

Penelitian pengendalian persediaan menggunakan metode *Periodic Review* yang dilakukan pada CV. Arya Duta (Perdana, 2020) diperoleh informasi bahwa CV. Arya Duta sering mengalami keterlambatan datangnya persediaan bahan baku, biaya produksi yang dikeluarkan semakin banyak, serta keterlambatan waktu pengiriman produk kepada pelanggan. Hasil yang diperoleh dari penelitian merupakan biaya bahan baku yang optimal atau sesuai dengan kebutuhan perusahaan. Penelitian ini membuktikan bahwa dengan adanya penerapan metode *periodic review* maka biaya yang didapatkan lebih kecil dari biaya yang dikeluarkan perusahaan.

Penelitian oleh Wahyuningsih dan Wahid (2018) membahas tentang pengendalian persediaan bahan baku dengan metode EOQ (*Economic Order Quantity*) menunjukkan bahwa penggunaan metode EOQ dapat menghemat biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan. Penelitian yang sama juga dilakukan oleh Febrianti dan Rosyidi (2018) menghasilkan total biaya persediaan yang masih dapat diminimalkan, artinya penggunaan metode EOQ dapat meminimalisir jumlah pemesanan bahan baku sehingga lebih baik dari kebijakan perusahaan sebelumnya. Nurriyanti (2019) melakukan penelitian dengan metode yang sama menghasilkan adanya penghematan biaya di PT. Angkasa Raya Steel ketika

menggunakan metode EOQ. Penggunaan metode EOQ dalam menentukan persediaan dan pembelian bahan baku juga dapat menyebabkan terjadinya penghematan biaya di PT. Bahari Dwikencana Lestari yang merupakan hasil penelitian oleh Sofyan (2017).

2.1.2. Penelitian Sekarang

Penelitian di Pabrik Tahu Maryanto 1 dilakukan untuk menyelesaikan masalah yang terjadi, seperti penentuan jumlah pemesanan dan waktu untuk melakukan pemesanan bahan baku dengan permintaan yang fluktuatif. Waktu melakukan pemesanan selama ini dilakukan ketika bahan baku di gudang sudah habis sehingga untuk dapat memenuhi permintaan pelanggan ketika terjadi kekurangan maka pihak Pabrik Tahu Maryanto 1 harus mengeluarkan biaya untuk mengambil produk dari Pabrik 2. Masalah lain yang dihadapi yaitu harga pembelian bahan baku yang sering mengalami peningkatan karena harga kedelai yang bervariasi, namun Pabrik Tahu Maryanto 1 selalu melakukan pemesanan bahan baku dalam jumlah yang sama.

Penelitian sebelumnya dengan menggunakan simulasi dapat memberikan solusi yang optimal, di mana biaya persediaan yang diperoleh lebih kecil dari kebijakan perusahaan. Menyesuaikan dengan sistem di Pabrik Tahu Maryanto 1 serta pertimbangan keberhasilan yang diperoleh dalam penelitian sebelumnya digunakan dalam penelitian ini untuk membandingkan total biaya persediaan. Selain itu, simulasi digunakan untuk mempermudah perhitungan kompleks yang muncul dari data yang probabilistik.

Penelitian ini dilakukan untuk meminimasi total biaya persediaan dengan melakukan pengembangan model dalam menentukan periode pemesanan, persediaan maksimal, komponen biaya persediaan dan total biaya persediaan.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Persediaan

Persediaan (*inventory*) dapat diartikan sebagai daftar barang-barang yang disimpan dalam stok. Sedangkan stok adalah semua barang dan bahan yang disimpan oleh perusahaan dan akan digunakan pada waktu mendatang (Waters, 2003).

Manajemen persediaan merupakan fungsi yang mendukung setiap keputusan yang berkaitan dengan persediaan yakni kebijakan, aktivitas, dan tahapan untuk

mendapat kepastian item yang disimpan dalam jumlah yang tepat setiap saat di perusahaan.

a. Jenis-jenis Persediaan

Waters (2003) dalam bukunya membagi persediaan dalam beberapa jenis yaitu:

i. Persediaan Bahan Baku

Barang atau bahan yang berasal dari *supplier* akan disimpan dan digunakan kembali saat proses produksi disebut sebagai persediaan bahan baku.

ii. Persediaan Barang dalam Proses

Setiap barang yang masih melalui proses pengerjaan menuju produk akhir disediakan oleh perusahaan biasanya disebut sebagai persediaan barang dalam proses.

iii. Persediaan Barang Jadi

Setelah melewati proses produksi, barang akan disimpan sambil menunggu proses pengiriman ke pelanggan disebut sebagai persediaan barang jadi.

b. Fungsi Persediaan

Fungsi utama persediaan yaitu memenuhi kebutuhan pelanggan. Di mana untuk dapat memenuhi kebutuhan pelanggan dibutuhkan beberapa pertimbangan faktor seperti ketersediaan dalam jumlah, waktu, tempat, dan biaya yang tepat.

Assauri (2008) mengatakan bahwa persediaan mempunyai beberapa fungsi, antara lain:

1. Risiko keterlambatan datangnya barang atau bahan dapat dihilangkan.
2. Risiko bahan dikembalikan karena cacat dapat dihilangkan.
3. Barang atau bahan musiman ditumpuk dan dipakai ketika tidak tersedia di pasaran.
4. Jaminan proses produksi berjalan dengan lancar.
5. Optimalisasi dapat dicapai dengan menggunakan mesin
6. Dapat memenuhi keinginan pelanggan dengan jaminan barang selalu tersedia
7. Tidak terdapat kesesuaian antara produksi dan penjualan.

Sedangkan Handoko (2004) membagi beberapa fungsi persediaan berdasarkan jenisnya yaitu:

1. Fungsi *Decoupling*, di mana dalam persediaan *decouples* untuk dapat memenuhi permintaan pelanggan, perusahaan tidak perlu menunggu *supplier*.

Hal ini sesuai dengan fungsi penting persediaan yaitu kebebasan bagi operasi dalam perusahaan maupun luar perusahaan.

2. Fungsi *Economics Lot Sizing*, di mana biaya per unit dapat dikurangi dengan melakukan produksi di perusahaan serta membeli sumber daya alam dalam jumlah yang tepat.
3. Fungsi Antisipasi, dimana suatu perusahaan perlu melakukan antisipasi untuk menanggulangi masalah ketidakpastian waktu pengiriman barang kembali. Selain itu biasanya perusahaan akan melakukan peramalan atau perkiraan sesuai data masa lalu dan pengalaman ketika terjadi permintaan yang fluktuatif.

c. Biaya-biaya Persediaan

Secara umum, terdapat beberapa jenis biaya persediaan, yaitu:

i. *Unit Cost*

Biaya yang dibebankan oleh *supplier* terhadap satu jenis barang atau biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk mendapatkan satu unit barang.

ii. *Reorder Cost*

Biaya yang dibebankan terhadap aktivitas pemesanan ulang barang yang dibutuhkan. Terdapat beberapa biaya yang masuk dalam *reorder cost* yaitu tunjangan untuk pembuatan pesanan (pemeriksaan, izin, dan distribusi), biaya korespondensi dan telepon, penerimaan (pembongkaran, pemeriksaan, dan pengujian), pengawasan, penggunaan peralatan serta terdapat juga biaya lain seperti kontrol kualitas, transportasi, pengiriman, penyortiran, dan pemindahan barang.

iii. *Holding Cost*

Adalah biaya yang dikeluarkan ketika satu unit barang disimpan dalam persediaan untuk satu periode waktu. Terdapat dua jenis biaya penyimpanan, antara lain:

- Biaya Penyimpanan Tetap

Merupakan total biaya yang dikeluarkan perusahaan yang tidak dipengaruhi oleh kapasitas barang atau bahan yang disimpan di gudang, seperti gaji tetap karyawan dan biaya penyusutan gudang.

- Biaya Penyimpanan Variabel

Merupakan jumlah total biaya yang akan dipengaruhi oleh kapasitas barang atau bahan yang disimpan di gudang, seperti biaya sewa gudang, biaya asuransi bahan, dan biaya kerusakan bahan sehingga mengalami perubahan.

iv. *Shortage Cost*

Biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan apabila terjadi kehabisan stok untuk suatu barang dan ada permintaan dari pelanggan. Dampak yang ditimbulkan dari kekurangan yaitu kehilangan penjualan di masa depan, kehilangan reputasi dan sebagainya. Biaya kekurangan dapat diatasi dengan beberapa tindakan seperti melakukan pengiriman pesanan darurat, membayar pengiriman khusus, menggunakan pemasok alternatif dan lebih mahal, atau menyimpan Sebagian barang jadi.

d. Persediaan Model Q dan Model P

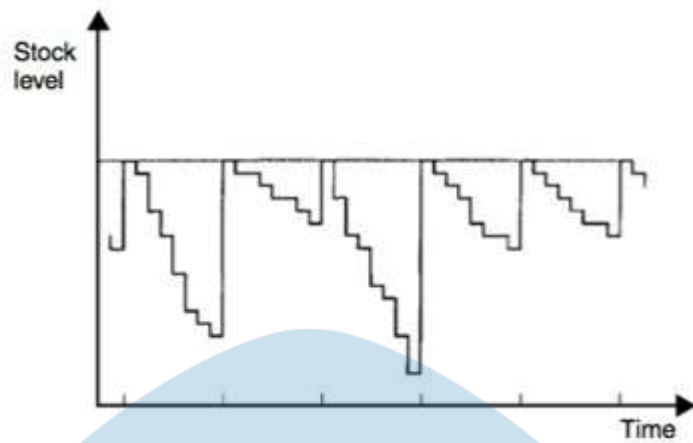
i. Model Q (*Fixed Order Quantity System*)

Model Q atau *Fixed Order Quantity System* merupakan model yang digunakan untuk menentukan jumlah pesanan (Q) dan titik pemesanan ulang (ROP). Kuantitas yang dipesan dalam model ini konstan atau tetap dan dilambangkan dengan Q. Pemesanan akan dilakukan pada saat posisi persediaan sudah mencapai tingkat yang telah ditentukan atau yang sering disebut dengan *reorder point* (ROP). Variabel yang terkait ini akan digunakan untuk menentukan waktu pemesanan, waktu persediaan mencapai ROP serta digunakan juga untuk menentukan berapa banyak yang harus di pesan.

ii. Model P (*Fixed Time Period System*)

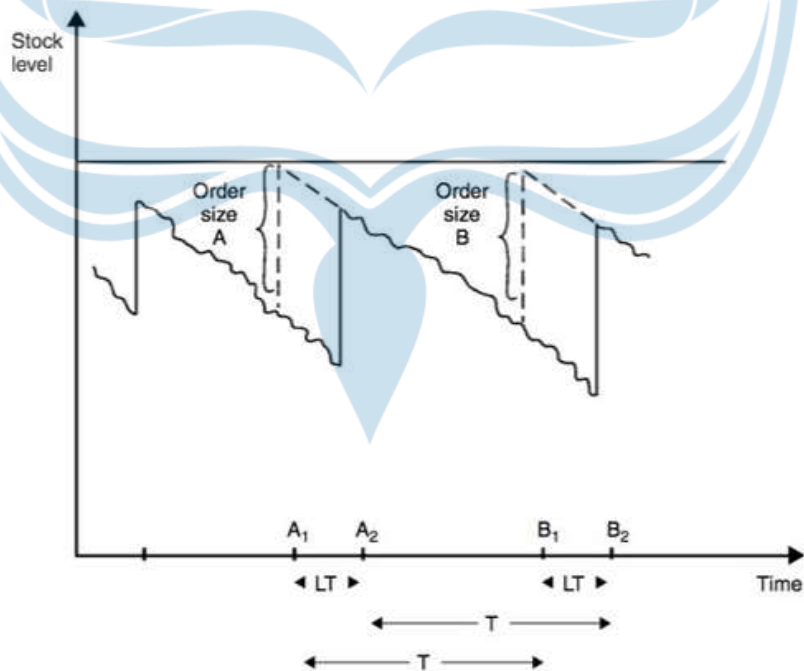
Model P atau *Fixed Time Period System* merupakan model persediaan yang digunakan untuk memeriksa tingkat persediaan dalam interval waktu tetap. Hasil dari model ini adalah kuantitas pesan yang bervariasi tergantung periode persediaan yang sudah ditetapkan. Variabel yang terdapat dalam model ini digunakan untuk menentukan kapan harus melakukan pemesanan dan menentukan berapa banyak yang harus dipesan. Model ini disebut juga *periodic review system* karena tingkat persediaan diperiksa secara berkala/periodik bukan secara terus menerus.

Penggunaan *periodic review system* menimbulkan dua pertanyaan mendasar yaitu “berapa lama interval antar pesanan?” dan “Apa yang seharusnya menjadi tingkat stok target?” (Waters, 2003). Untuk mendapatkan target stok level perlu dilakukan beberapa perhitungan. Diasumsikan bahwa *lead time* untuk suatu barang adalah konstan dan permintaan terdistribusi secara normal. Tampilan ideal *periodic review system* ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Kebijakan Pemesanan dengan *Periodic Review System* (Waters, 2003)

Gambar 2.1 merupakan tampilan ideal karena menunjukkan stok aktual yang mencapai tingkat stok target. Namun pada kenyataannya terdapat *lead time* yang menyebabkan stok mengalami penurunan sebelum waktu pengiriman. Tingkat stok aktual tidak pernah benar-benar mencapai target. Gambar 2.2 menggambarkan kondisi tersebut.



Gambar 2.2. Waktu Pemesanan dengan *Periodic Review System* (Waters, 2003)

Gambar 2.2 menunjukkan bahwa besar kecilnya pesanan A ditentukan oleh tingkat persediaan pada titik A_1 , namun ketika tiba pada waktu A_2 persediaan mengalami penurunan. Pesanan ini harus memenuhi semua permintaan sampai pesanan berikut tiba di titik B_2 sehingga tingkat stok target yang harus memenuhi semua permintaan selama periode A_1 sampai B_2 adalah $T + LT$. Rumus yang dapat digunakan untuk mendapatkan *target stock level* sebagai berikut.

$$TSL = D \times (T + LT) + Z \times \sigma \times \sqrt{(T + LT)} \quad (2.1)$$

Keterangan:

- D = Permintaan
- T = Periode
- LT = *Lead Time*
- Z = nilai tabel Z
- σ = Standar deviasi

Manfaat utama dari penggunaan metode tinjauan berkala (*periodic review method*) adalah sederhana dan nyaman dikelola. Hal ini disebabkan karena terdapat beberapa rutinitas di mana stok diperiksa pada waktu yang teratur, menempatkan pesanan, mengatur pengiriman, pemeriksaan barang yang tiba, dan lain sebagainya. Dengan menggunakan model P, level stok hanya diperiksa pada interval tertentu dan tidak perlu dipantau terus menerus. Keuntungan lain dari metode ini yaitu memudahkan proses penggabungan pesanan untuk beberapa item menjadi satu pesanan sehingga pesanan dapat dilakukan dalam jumlah yang banyak dan dapat mendorong *supplier* untuk memberikan potongan harga.

2.2.2. Pengendalian Persediaan

Pengendalian persediaan adalah suatu bentuk kebijakan untuk menentukan level persediaan yang harus di pertahankan, waktu melakukan pemesanan serta kuantitas pesan yang harus disediakan. Pengendalian persediaan dalam suatu perusahaan dikatakan penting karena dapat digunakan untuk menentukan tingkat persediaan yang optimal, manajemen persediaan serta metode dan alat kontrol yang biasanya digunakan untuk mengelola integritas stok dengan baik dan dapat menyeimbangkan persediaan antara permintaan dan penawaran. Selain itu dengan adanya pengendalian persediaan maka suatu perusahaan dapat menjamin bahwa material yang digunakan dalam proses produksi akan selalu tersedia dan tentu saja dengan biaya yang seminimal mungkin. Adapun biaya-

biaya persediaan terdiri dari biaya unit, biaya pemesanan, biaya *setup*, biaya penyimpanan, dan biaya resiko.

Pengendalian persediaan perlu diatur dengan baik oleh suatu perusahaan agar jumlah, kualitas produk, ketepatan waktu dan biaya yang rendah dapat terpenuhi. Menurut Assauri (1993) pengendalian persediaan bahan baku bagi perusahaan memiliki beberapa tujuan antara lain:

1. Mencegah terjadinya kekurangan bahan baku karena dapat menghambat proses produksi
2. Mencegah terjadinya kelebihan bahan baku
3. Menghindari biaya pemesanan yang tinggi karena sering melakukan pemesanan dalam frekuensi kuantitas yang sedikit.

2.2.3. Simulasi

a. Pengertian Simulasi

Banks, dkk (2014) mendefinisikan simulasi sebagai proses peniruan sistem nyata dari waktu ke waktu. Model simulasi dikembangkan untuk mempelajari perkembangan perilaku sistem dari waktu ke waktu.

Menurut Rossetti (1962) pemodelan sistem memiliki keuntungan utama yaitu mampu untuk memodelkan seluruh sistem dan hubungan timbal balik yang kompleks sehingga dalam model, beberapa bagian dapat diperhitungkan termasuk interaksi penting antar komponen sistem. Selain itu dalam pemodelan simulasi ketika ingin melakukan eksperimen untuk membuat kesimpulan mengenai kemungkinan perilaku sistem nyata dapat dilakukan dengan biaya rendah. Namun simulasi juga memiliki kekurangan yaitu pembuatan model membutuhkan pelatihan khusus serta hasil simulasi kadang sulit untuk ditafsirkan karena sebagian besar *output* simulasi adalah variabel acak sehingga sulit untuk membedakan apakah pengamatan merupakan hasil keterkaitan sistem atau keacakan.

b. Tujuan Simulasi

Menurut Naylor *et al* (1966) dan Shannon (1998), Simulasi memiliki beberapa tujuan antara lain:

- i. Membantu proses pembelajaran dan eksperimen dengan interaksi dalam sistem atau bagian sistem yang kompleks.

ii. Simulasi dapat dilakukan terhadap perubahan aspek seperti lingkungan, informasi dan organisasi, di mana pengamatan dapat dilakukan pada setiap perilaku model yang mengalami perubahan.

iii. Ilmu yang didapati saat pemodelan simulasi dapat dijadikan sebagai solusi terbaik untuk memberikan saran perbaikan pada sistem yang diselidiki.

iv. Simulasi menghasilkan wawasan yang luas mengenai variabel yang paling penting dan mengetahui bentuk interaksi setiap variabel ketika input dalam simulasi diubah dan melakukan pengamatan terhadap *output* yang dihasilkan.

v. Metodologi solusi analitik dapat diperkuat dengan menggunakan simulasi.

vi. Penggunaan simulasi sebagai bentuk persiapan terhadap kemungkinan yang akan terjadi dengan melakukan eksperimen terhadap desain atau kebijakan baru sebelum diimplementasikan.

vii. Solusi analitik dapat diverifikasikan dengan memanfaatkan simulasi sebagai alat bantu.

viii. Simulasi yang dilakukan terhadap sebuah mesin yang memiliki kemampuan yang berbeda dapat membantu menentukan kebutuhan mesin tersebut.

ix. Model simulasi yang dirancang sebagai bentuk pelatihan membantu pembelajaran menjadi lebih mungkin tanpa biaya serta tidak mengganggu aktivitas pada sistem nyata.

x. Rencana dapat divisualisasikan karena animasi dapat menunjukkan suatu sistem dalam operasi simulasi.

xi. Kompleksitas sistem modern menyebabkan interaksi internal hanya dapat diatasi dengan menggunakan simulasi.

c. Jenis Simulasi

i. Simulasi statis dan simulasi dinamis

simulasi statis tidak dipengaruhi oleh waktu. Simulasi ini sering melibatkan pengambilan sampel acak untuk mendapatkan hasil statistik. Simulasi dinamis adalah simulasi yang dipengaruhi oleh waktu, di mana perubahan keadaan terjadi dari waktu ke waktu. Simulasi dinamis cocok digunakan untuk analisis sistem manufaktur dan layanan karena beroperasi dari waktu ke waktu.

ii. Simulasi stokastik dan simulasi deterministik

Simulasi probabilistik atau stokastik adalah simulasi yang terdiri dari satu atau lebih variabel input acak. Hasil dari simulasi stokastik adalah keluaran yang acak dan hanya memberikan satu titik data tentang bagaimana sistem mungkin berperilaku. Simulasi deterministik adalah simulasi yang tidak memiliki komponen input yang acak. Model simulasi deterministik dibuat dengan cara yang sama dengan model stokastik namun tidak mengandung keacakan. Dalam simulasi deterministik, semua status masa depan ditentukan setelah data input dan status awal ditentukan. Simulasi deterministik akan selalu menghasilkan hasil yang sama persis tidak peduli berapa kali dijalankan sedangkan simulasi stokastik perlu untuk dilakukan replikasi untuk mendapatkan perkiraan kinerja yang akurat.

iii. Simulasi sistem diskrit dan simulasi sistem kontinyu

Simulasi yang statusnya mengalami perubahan ketika suatu kejadian menandai titik-titik waktu diskrit disebut simulasi sistem diskrit. Sedangkan simulasi sistem kontinyu merupakan simulasi yang status variabelnya mengalami perubahan disepanjang waktu.

d. Tahapan Simulasi

Simulasi dapat dilakukan melalui beberapa tahapan. Berikut merupakan tahapan dalam simulasi menurut Banks, dkk (2014).

i. Rumusan Masalah

Setiap penelitian harus dimulai dengan perumusan masalah. Rumusan masalah digunakan untuk mengambil simpulan masalah yang terjadi di sistem untuk menentukan tindakan yang akan dilakukan selanjutnya.

ii. Penetapan Tujuan

Penetapan tujuan dilakukan untuk menunjukkan pertanyaan yang harus dijawab dengan simulasi. Pada tahap ini, penentuan harus dibuat untuk melihat apakah simulasi adalah metodologi yang tepat untuk masalah yang dirumuskan dan tujuan seperti yang dinyatakan.

iii. Perencanaan Model

Perancangan model dilakukan berdasarkan sistem terdahulu. Model tersebut diarahkan pada tujuan simulasi untuk mendapatkan hasil optimal.

iv. Pengumpulan Data

Data masa lalu yang terdapat pada sistem dikumpulkan dan akan dibuatkan model. Tujuan penelitian sangat menentukan jenis data yang akan dikumpulkan.

Kompleksitas model sering mengalami perubahan sehingga elemen data yang diperlukan juga dapat berubah. Oleh karena itu, pengumpulan data sering dilakukan bersamaan dengan tahapan awal dalam pembuatan model.

v. Terjemahan Model

Sebagian besar sistem dunia nyata menghasilkan model yang membutuhkan banyak penyimpanan dan komputasi informasi maka model harus dimasukkan dalam format yang dikenali komputer. Dengan bantuan *software* simulasi fleksibilitas bahasa simulasi dapat diselesaikan sehingga meminimasi waktu untuk mengembangkan model.

vi. Verifikasi

Model yang kompleks bisa saja mempersulit proses penerjemahan model yang sukses secara keseluruhan. Proses verifikasi dapat dikatakan selesai apabila nilai yang dimasukkan dan struktur logika model terwakili dengan benar di komputer.

vii. Validasi

Proses yang dilakukan secara berulang untuk membandingkan model terhadap perilaku sistem nyata kemudian perbedaan hasil dari keduanya dijadikan sebagai pengetahuan untuk meningkatkan model. Proses akan terus diulang sampai akurasi model dinilai dapat diterima.

viii. Desain Eksperimental

Setiap desain sistem yang akan disimulasikan perlu dilakukan penentuan alternatif serta diputuskan terlebih dahulu mengenai beberapa hal seperti berapa lama periode inialisasi berlangsung, lamanya simulasi berjalan, serta banyaknya replikasi yang dibutuhkan untuk setiap proses. Biasanya keputusan alternatif akan menjadi variabel keputusan pada saat melakukan simulasi.

ix. Menjalankan Model dan Analisis

Ukuran kinerja desain sistem pada saat simulasi dapat diperkirakan saat model dijalankan dan dianalisis.

x. Replikasi

Model yang sudah dijalankan dan dianalisis perlu dilakukan replikasi untuk menentukan apakah analisis membutuhkan replikasi tambahan untuk mendapatkan model yang mendekati sistem nyata.

Jumlah replikasi dapat ditentukan berdasarkan nilai *half width* yang diinginkan.

Rumus yang dapat digunakan untuk menghitung nilai *hw* yaitu:

$$hw = t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (2.2)$$

Keterangan:

n = jumlah replikasi

S = standar deviasi

$t_{\alpha/2, n-1}$ = nilai t tabel dengan $\alpha/2$ dan derajat kebebasan (df) = n - 1

Kemudian untuk mencari nilai n dapat dilakukan perhitungan menggunakan rumus berikut:

$$n' \cong n \frac{hw^2}{hw'^2} \quad (2.3)$$

Keterangan:

n' = Jumlah replikasi baru

hw = *half width*

hw' = *half width* yang diinginkan

xi. Hasil

Hasil analisis secara keseluruhan harus ditulis dengan jelas dan ringkas dalam bentuk laporan akhir. Laporan membantu pengambil keputusan untuk mempertimbangkan beberapa hal seperti formulasi akhir, alternatif sistem yang dibuat, kriteria pembandingan alternatif, hasil eksperimen, serta solusi yang disarankan untuk menyelesaikan masalah.

xii. Implementasi

Implementasi dapat dikatakan berhasil ketika pengguna model terlibat dalam seluruh proses simulasi serta memahami sifat model dan *outputnya*.

e. Analisis Input

Analisis input dalam simulasi perlu dilakukan karena berpengaruh pada *output* yang dihasilkan. Terdapat empat tahapan dalam analisis input data, antara lain:

i. Pengumpulan Data

Tahap ini sering membutuhkan waktu dan usaha yang lebih dari seorang analis. Fokus pemodelan input yaitu aspek statistik dari distribusi probabilitas yang sesuai dengan data. Distribusi tersebut menjadi tolak ukur pada simulasi. Pada tahap ini sifat data perlu dipahami dengan baik dan dibutuhkan data input yang akurat dan relevan.

ii. Identifikasi Distribusi Data

Setelah data terkumpul, langkah selanjutnya yaitu melakukan pengembangan histogram data.

iii. Estimasi Parameter

Setelah distribusi data diketahui maka langkah selanjutnya yaitu memperkirakan parameter distribusi.

iv. Tes Kesesuaian Distribusi dan Parameter yang Dipilih

Kesesuaian dapat dievaluasi secara informal melalui metode grafis atau secara formal melalui uji statistik. Pada tahap ini ketika analisis tidak puas dengan distribusi yang dipilih maka analisis akan melakukan kembali tahap kedua dan memilih distribusi yang berbeda kemudian mengulangi prosedur tersebut. Jika beberapa iterasi dari prosedur gagal menghasilkan kesesuaian antara bentuk distribusi yang diasumsikan dengan data yang dikumpulkan maka bentuk distribusi empiris dapat digunakan.

f. Analisis *Output*

Analisis *output* dilakukan untuk mendapatkan suatu kesimpulan yang mampu memberikan keputusan yang baik. Hal ini perlu dilakukan karena model simulasi melibatkan banyak inputan bilangan random sehingga akan mempengaruhi *output* simulasi. Analisis *output* dapat dilakukan dengan bantuan *software Microsoft excel* menggunakan *t-Test two sample assuming unequal variances* atau dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad (2.4)$$

Keterangan:

$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$ = Perbedaan yang diamati antar rata-rata sampel

$\mu_1 - \mu_2$ = nilai yang diharapkan, dan akan = 0 ketika tidak ada perbedaan antara rata-rata populasi yang dihipotesiskan.

$\sqrt{s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2}$ = standar error

Uji t dilakukan untuk menguji perbedaan antara *mean* saat kedua sampel independen dan saat sampel berasal dua populasi yang terdistribusi normal atau mendekati normal. Sampel dikatakan independen ketika kedua sampel tidak memiliki keterkaitan.

g. Uji Hipotesis

Uji hipotesis statistik merupakan proses pengambilan keputusan untuk mengevaluasi klaim tentang suatu populasi. Dalam pengujian hipotesis, peneliti harus mendefinisikan populasi yang diteliti, menyatakan hipotesis tertentu yang akan diteliti, memberikan tingkat signifikansi, memilih sampel dari populasi, mengumpulkan data, melakukan perhitungan yang diperlukan untuk uji statistik serta mencapai kesimpulan. Terdapat dua uji statistik khusus yang digunakan untuk hipotesis mengenai mean yaitu uji z dan uji t. Dalam uji hipotesis digunakan tiga metode yaitu metode tradisional, metode nilai P dan metode interval kepercayaan.

Bluman (2009) dalam bukunya membagi tahapan uji hipotesis dengan metode tradisional sebagai berikut.

1. Pernyataan Hipotesis

Terdapat dua jenis hipotesis statistik untuk setiap situasi yaitu hipotesis nol dan hipotesis alternatif. Hipotesis nol (H_0) menyatakan bahwa tidak terdapat perbedaan antara parameter dan nilai tertentu, atau tidak ada perbedaan antara dua parameter. Sedangkan hipotesis alternatif (H_1) menyatakan adanya perbedaan antara suatu parameter dengan suatu nilai tertentu, atau menyatakan bahwa terdapat perbedaan antara dua parameter. Namun definisi hipotesis nol dan alternatif tidak selalu menggunakan kata parameter karena dapat diperluas untuk istilah lain seperti distribusi dan keacakan.

2. Menerjemahkan kata-kata ke simbol matematis

Dalam menerjemahkan kata-kata ke simbol matematis biasanya digunakan beberapa basic simbol yaitu sama dengan ($=$), tidak sama dengan (\neq), Kurang dari ($<$) dan lebih dari ($>$). Hipotesis nol selalu dinyatakan dengan menggunakan tanda sama dengan. Hal ini dilakukan karena pada sebagian besar jurnal professional, ketika peneliti melakukan uji hipotesis nol, diasumsikan nilai rata-rata, proporsi atau standar deviasi sama dengan nilai spesifik yang diberikan. Untuk hipotesis alternatif biasanya menggunakan tanda $<$ atau $>$ atau \neq karena biasanya peneliti akan mencari bukti untuk mendukung klaim pada saat melakukan penelitian sehingga biasanya hipotesis alternatif disebut juga hipotesis penelitian. Namun kalain dapat dinyatakan sebagai hipotesis nol atau hipotesis alternatif. Tetapi bukti statistik hanya dapat mendukung klaim pada hipotesis alternatif. Bukti statistik dapat digunakan untuk menolak klaim jika klaim adalah hipotesis nol.