

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab tinjauan pustaka menjelaskan tentang landasan teori dari penelitian terdahulu sebagai acuan dalam melakukan penelitian ini. Landasan teori yang digunakan merupakan teori-teori yang berhubungan dengan penelitian.

2.1 Penelitian Terdahulu

Akyati (2011) melakukan penelitian dengan pengendalian persediaan suku cadang untuk menentukan waktu antar pemesanan yang optimal untuk suku cadang kelas B. Periode pemesanan untuk setiap suku cadang berbeda-beda, namun memiliki jarak waktu pemesanan yang optimal paling pendek 4 hari dan paling panjang 18 hari. Hasil perhitungan dari metode *periodic review* akan dikomparasikan dengan kebijakan *existing* perusahaan.

Purubaya (2014) melakukan pengendalian persediaan suku cadang dengan pendekatan metode *periodic review* (R,s,S). Dasar dilakukannya penelitian tersebut karena masih adanya *shortage* suku cadang saat dibutuhkan. Penentuan sampel yang diambil dalam penelitian menggunakan metode FNS. Kemudian dilakukan perbaikan terhadap persediaan dengan menaikkan jumlah stok yang berdampak pada naiknya *service level*.

Verawaty (2015) melakukan pengklasifikasian obat berdasarkan nilai penyerapan dana dan tingkat kekritisan obat dengan metode yang digunakan adalah analisis ABC dan analisis VED serta untuk mengetahui ukuran jumlah pemesanan, *safety stock* dan *reorder point* menggunakan metode probabilistik *Continuous Review* (s,S) *System*. Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan metode probabilistik *Continuous Review* (s,S) *System*, dapat diketahui bahwa total biaya persediaan obat yang dihasilkan mengalami penghematan.

Penelitian ini dilakukan untuk mengendalikan persediaan *spare part* dengan pendekatan metode *periodic review* (R,s,S). Permintaan periode mendatang didapatkan dari pembangkitan hasil simulasi Monte Carlo sebanyak 3 replikasi. Kemudian nilai permintaan diproyeksikan terhadap metode *periodic review* (R,s,S) untuk mengetahui total biaya terendah. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat meminimalkan total biaya yang dikeluarkan perusahaan dan menjaga kehandalan tersedianya *spare part* di gudang.

Tabel 2.1 merupakan perbandingan penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian terdahulu.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang akan dilakukan

Peneliti	Judul	Objek Penelitian	Metode			
			FNS	ABC	s,S	R,s,S
Akyati (2011)	Pengendalian Persediaan Suku Cadang Pesawat Terbang dengan Pendekatan Model <i>Periodic Review</i> (Studi Kasus di PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia)	PT Garuda Maintenance Facility Aero Asia		√		√
Purubaya (2014)	Pengendalian Persediaan Suku Cadang Mesin Produksi Pada Departemen Maintenance Dengan Pendekatan <i>Periodic Review (R,s,S) System</i> (Studi Kasus di PT Adi Putro Wirasejati)	PT Adi Putro Wirasejati	√			√
Verawaty (2015)	Perencanaan Kebijakan Persediaan Obat dengan Menggunakan Metode Probabilistik <i>Continuous Review (s,S) System</i> pada bagian Instalasi Farmasi Rumah Sakit AMC	Rumah Sakit AMC			√	
Penelitian ini	Pengendalian Persediaan <i>Spare Part</i> dengan Pendekatan Metode <i>(R,s,S) System</i>	Gudang Sutami PJB UP Brantas		√		√

2.2 Always Better Control

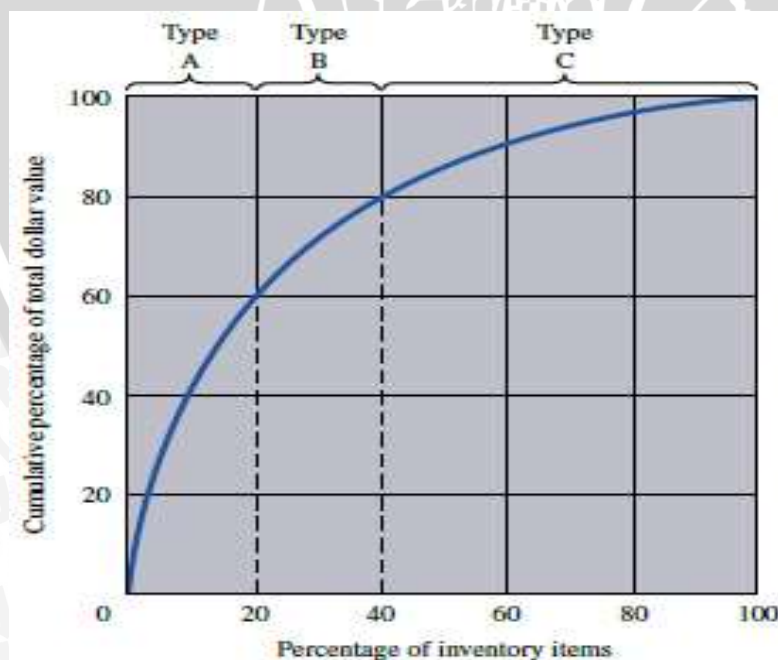
Menurut Rangkuti (2004) *Always, Better, Control Analysis* atau dikenal dengan Analisis ABC merupakan salah satu cara pengendalian persediaan dengan cara mengurutkan dan mengelompokkan jenis barang. Analisis ABC juga merupakan salah satu metode ilmiah untuk penerapan kebijakan yang relevan terhadap pengendalian persediaan. Analisis ABC adalah salah satu aplikasi teori persediaan yang dikenal sebagai *Pareto Principle*. Metode analisis ABC ini digunakan untuk mengelompokkan persediaan jenis *spare part* berdasarkan jumlah pemakaian dan harganya.

Berdasarkan hukum Pareto, analisis ABC dapat menggolongkan barang berdasarkan peringkat nilai dari nilai tertinggi hingga terendah, dan kemudian dibagi menjadi kelas-kelas besar terprioritas; biasanya kelas dinamai A, B, C, dan seterusnya secara berurutan dari

peringkat nilai tertinggi hingga terendah. Umumnya kelas A memiliki jumlah jenis barang yang sedikit, namun memiliki nilai yang sangat tinggi. Melalui analisis ABC, peneliti dapat melihat tingkat kepentingan masalah dari suatu barang sehingga kebijakan barang mana saja yang perlu diberikan perhatian terlebih dahulu dapat dilakukan.

Terdapat langkah-langkah atau prosedur klasifikasi barang dalam analisis ABC menurut Sutarman (2003) adalah sebagai berikut:

1. Menentukan jumlah unit untuk setiap tipe barang.
2. Menentukan harga per unit untuk setiap tipe barang.
3. Mengalikan harga per unit dengan jumlah unit untuk menentukan total nilai uang dari masing-masing tipe barang.
4. Menyusun urutan tipe barang menurut besarnya total nilai uang, dengan urutan pertama tipe barang dengan total nilai uang paling besar.
5. Menghitung persentase kumulatif barang dari banyaknya tipe barang.
6. Menghitung persentase kumulatif nilai uang barang dari total nilai uang.
7. Membentuk kelas-kelas berdasarkan persentase barang dan persentase nilai uang barang.
8. Menggambarkan kurva analisis ABC (bagan Pareto) atau menunjuk tingkat kepentingan masalah. Gambar 2.1 menunjukkan kurva Analisis ABC.



Gambar 2.1 Kurva Analisis ABC

Sumber: Winston (1994)

Menurut Winston (1994) pada klasifikasi barang dalam analisis ABC dibedakan menjadi tiga jenis yaitu sebagai berikut:

1. Kelas A merupakan kelas yang memiliki 5-20% dari semua *item* yang disimpan dan menggunakan 55%-65% biaya.
2. Kelas B merupakan kelas yang memiliki 20-30% dari semua *item* yang disimpan dan menggunakan 20%-40% biaya.
3. Kelas C merupakan kelas yang memiliki 50-75% dari semua *item* yang disimpan dan menggunakan 5%-25% biaya.

2.3 Persediaan

Definisi persediaan adalah bahan atau barang yang disimpan dan akan digunakan untuk memenuhi tujuan tertentu, misalnya proses produksi atau perakitan, untuk dijual kembali, dan untuk suku cadang (*spare part*) suatu peralatan mesin. Persediaan merupakan sumber daya menganggur yang menunggu untuk diproses lebih lanjut. Sumber daya tersebut bisa saja berupa bahan baku, barang setengah jadi, barang jadi, barang operasional, ataupun bahkan barang suku cadang. Persediaan barang yang bergerak dalam bidang industri, tentu memiliki peranan penting dalam mencapai berjalannya proses produksi dan tercapainya kepuasan pelanggan. Oleh karena itu, setiap perusahaan memiliki perencanaan yang ditetapkan untuk mencapai tujuan tersebut.

Persediaan atau *inventory* didefinisikan sebagai *idle resources* yang memiliki nilai ekonomis dan setiap item berupa item yang unik, bahan mentah, barang yang dibeli atau dimanufaktur, barang *assembly* atau produk akhir (Smith, 1989:109). Sedaangkan menurut (Nasution, 2008:115) sumber daya yang menganggur (*idle resources*) yang menunggu proses lebih lanjut. Proses lebih lanjut tersebut adalah berupa kegiatan produksi pada sistem manufaktur, kegiatan pemasaran pada sistem distribusi ataupun kegiatan konsumsi pangan pada sistem rumah tangga.

2.3.1 Jenis Persediaan

Menurut Nasution (2008), dilihat dari jenisnya ada empat macam persediaan secara umum yaitu:

1. Bahan baku (*raw material*) adalah barang-barang yang dibeli dari pemasok (*supplier*) dan akan digunakan atau diolah menjadi produk jadi yang akan dihasilkan oleh perusahaan.

2. Bahan setengah jadi (*work in process*) adalah bahan baku yang sudah diolah atau dirakit menjadi komponen namun masih membutuhkan langkah-langkah lanjutan agar menjadi produk jadi.
3. Barang jadi (*finished good*) adalah barang jadi yang telah selesai diproses, siap untuk disimpan digudang barang jadi, dijual, atau didistribukan ke lokasi-lokasi pemasaran.
4. Bahan-bahan pembantu (*supplies*) adalah barang-barang yang dibutuhkan untuk menunjang produksi, namun tidak akan menjadi bagian pada produk akhir yang dihasilkan perusahaan.

2.3.2 Fungsi Persediaan

Prinsip peran dari *inventory* adalah menyediakan *buffer*, menjadikan bagian produksi dan distribusi untuk mendapatkan efisiensi yang lebih baik. Peran yang kedua adalah untuk menyediakan sebuah batas terhadap kenaikan harga dan fluktuasi permintaan. Fungsi atau peran dari *inventory* secara spesifik dapat dikategorikan sebagai berikut (Smith, 1989:109):

1. Ukuran lot persediaan (*Lot-size Inventories*)

Persediaan ada karena beberapa skala dari ekonomi pada penambahan. Sumber dari skala ekonomi tersebut adalah biaya *setup*, biaya persiapan produksi atau pembelian, transportasi dan jumlah diskon vendor.

2. Stok Pengaman (*Safety Stock*)

Inventory control merupakan persoalan dari banyak ketidakpastian. Permintaan konsumen biasanya harus diramalkan dengan potensi kesalahan peramalan. *Lead time* yang panjang dari pada yang diekspektasikan. Stok pengaman dapat menjadi pencegah adanya kegagalan dalam memenuhi keinginan konsumen atau memuaskan kebutuhan dari proses manufaktur dengan waktu yang tidak pasti.

3. Persediaan Antisipasi (*Anticipation Inventory*)

Persediaan dapat menjadi antisipasi dari kekurangan pasokan, permintaan yang meningkat, atau harga yang naik. Untuk mempertahankan kontinuitas dari pasokan ke pelanggannya, sebuah perusahaan dapat membangun *inventories* sebelum terjadi permasalahan yang tidak dapat diantisipasi.

4. Saluran Persediaan (*Pipeline Inventories*)

Sistem persediaan dapat dianggap sebagai sebuah seri dari poin persediaan. *Inventory control* terdiri dari mengontrol aliran dan ukuran dari persediaan yang terakumulasi menjadi sebuah poin stok. Jika aliran persediaan menyelesaikan sebuah perubahan fisik pada item, seperti perlakuan panas atau beberapa part perakitan, persediaan pada aliran

tersebut adalah *work in process*. Ketika item secara fisik tidak berubah tetapi berpindah dari satu tempat ke tempat yang lain, persediaan tersebut adalah *a inventory transportation*. Jumlah dari *work in process* dan *inventory transportation* disebut *pipeline inventory*.

5. Kelebihan Persediaan (*Excess Inventory*)

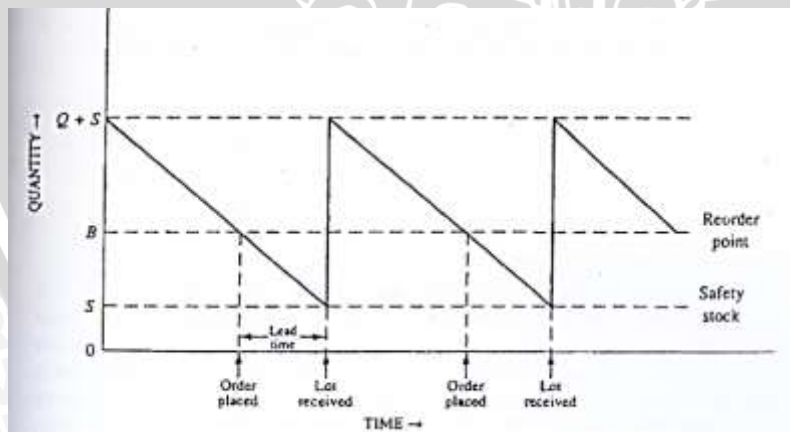
Kelebihan persediaan dapat dijadikan sebagai pengaman atau antisipasi jika terjadi kekusangan atau kerusakan fisik dari persediaan, selain itu dapat digunakan untuk stok *reworking* pada produk yang rusak.

2.3.3 Mekanisme Pengendalian Persediaan

Sistem pengendalian persediaan dapat dibagi menjadi 2, yaitu sistem persediaan deterministik dan sistem persediaan probabilistik.

1. Sistem Persediaan Deterministik

Model persediaan deterministik digunakan jika jumlah permintaan dan *lead time* adalah konstan. Model persediaan deterministik diklasifikasikan menjadi dua, yaitu statis deterministik dan dinamik deterministik. Model persediaan deterministik dapat dilihat pada gambar 2.1



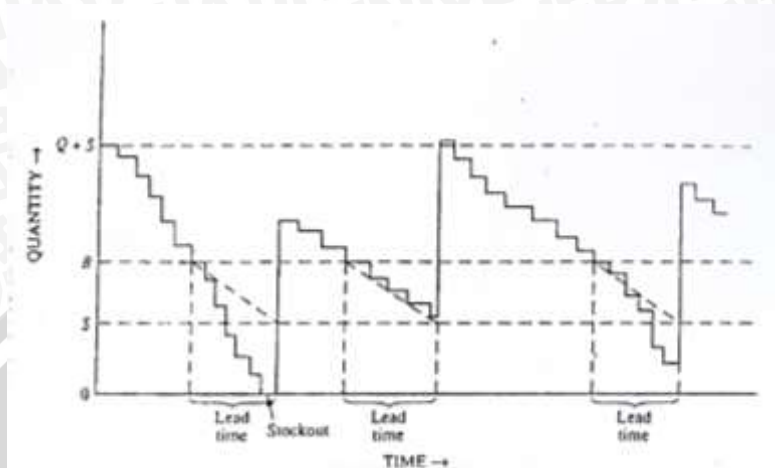
Gambar 2.2 Grafik persediaan deterministik

Sumber: Tersine (1994)

Gambar 2.2 menjelaskan bahwa pada saat persediaan mencapai titik *reorder point* akan dilakukan pemesanan sebesar Q , dimana nilai Q merupakan kuantitas permintaan optimum dan S adalah *safety stock*. Perusahaan tidak memerlukan persediaan material berlebih dikarenakan jumlah permintaan dan *lead time* yang dibutuhkan adalah sama pada setiap waktu.

2. Sistem Persediaan Probabilistik

Model persediaan ini digunakan jika jumlah *demand* dan waktu *lead time* yang terjadi berubah-ubah. Model probabilistik diklasifikasikan menjadi stasioner probabilistik dan non stasioner probabilistik. Model persediaan pada masa sekarang dapat dilihat pada gambar 2.2



Gambar 2.3 Grafik persediaan probabilistik

Sumber: Tersine (1994)

Gambar tersebut menunjukkan bahwa pemesanan dilakukan apabila jumlah persediaan material yang dimiliki sudah mencapai *reorder point*, sehingga waktu pemesanan tidak pasti dan apabila *lead time* pengiriman terlalu lama akan menyebabkan perusahaan tidak mampu memenuhi permintaannya.

2.3.4 Kebijakan Pengendalian Persediaan

Kebijakan pengendalian persediaan dengan keadaan yang lebih realistis dengan kondisi yang tidak selalu ideal memunculkan gagasan sistem persediaan dengan metode *Periodic Review System (R,s,S)*.

1. *Periodic Review System (R,s,S)*

Periodic review system merupakan sebuah metode persediaan dengan pengisian pemesanan hingga mencapai sebuah tingkatan maksimum penyimpanan (Silver: 1998:289). Dalam metode ini status persediaan akan diamati pada interval waktu yang tetap dengan asumsi bahwa permintaan akan bersifat acak. Terdapat titik pemesanan kembali, tetapi lebih menekankan pada target persediaan. Target dari tingkat persediaan dapat ditetapkan berdasarkan tingkat pelayanan yang ingin diberikan. Target persediaan ditentukan cukup tinggi untuk memenuhi permintaan selama *lead time* ditambah periode optimal pengamatan. Hal ini dilakukan karena persediaan tidak akan dipesan lagi sampai kedatangannya.

Berikut ini langkah-langkah dan rumus perhitungan dari metode *periodic review system* (R,s,S) (Tersine, 1994) adalah:

1. *Reorder Point* (s)

Reorder point merupakan titik dimana dilakukan pemesanan *spare part* kembali.

Reorder point dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$ROP = d \times LT \times SS \dots\dots\dots(2-1)$$

Dimana :

d = *demand* rata-rata per minggu

LT = *lead time spare part*

SS = *safety stock*

2. Stok Maksimum (S)

Stok maksimum merupakan jumlah maksimum stok *spare part* yang disimpan dalam gudang. Stok maksimum dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Stok\ Maksimum = ROP + EOQ \dots\dots\dots(2-2)$$

Dimana:

ROP = *Reorder Point*

EOQ = Kuantitas pemesanan optimum

3. *Safety Stock*

Safety Stock merupakan persediaan pengaman yang berfungsi untuk mengantisipasi kesalahan dalam prediksi *demand* selama *lead time*. *Safety Stock* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$SS = Z \times Std \dots\dots\dots(2-3)$$

Dimana:

SS = *Safety Stock*

Z = *Service level* yang diharapkan (memperhatikan nilai dari tabel distribusi)

Std = Standar Deviasi

Terdapat banyak buku dan penulis manajemen persediaan telah meneliti bahwa dalam kondisi umum, sistem (R,s,S) memberikan total *replenishment*, *carrying*, dan nilai *shortage* yang lebih rendah daripada sistem lain yang ada (Silver, 1998).

2.4 *Service Level*

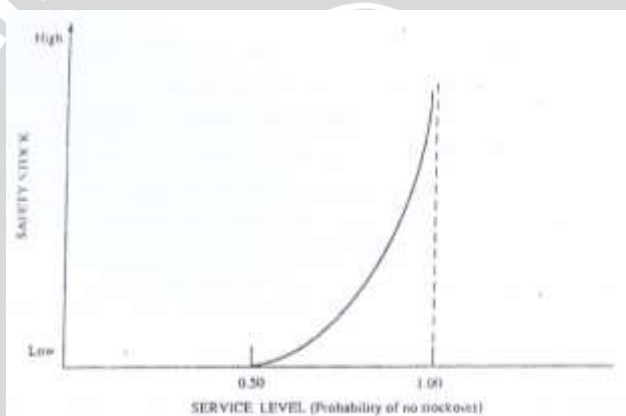
Perusahaan biasanya tidak mengetahui biaya *stokout* atau tidak dengan mudah memperkirakan biaya tersebut. Sehingga manajemen dalam menentukan *service level* saat

reorder point dapat dipastikan jumlahnya. *Service level* dapat ditentukan juga dengan memenuhi permintaan pelanggan atau tepat pada waktunya.

Ada beberapa cara untuk mengukur *service level*, yaitu dengan menghitung jumlah unit, transaksi atau pemesanan. Hal tersebut juga dapat ditentukan periode waktunya ketika pemesanan dengan normal terpenuhi dan secara umum dapat ditentukan persentase dari pemenuhan permintaan secara tepat waktu. Tidak ada *service level* yang diukur sesuai untuk semua item pada persediaan. Perbedaan level dari kontrol mungkin diinginkan untuk perbedaan kelas dari item persediaan.

Ketika *customer* selalu terpenuhi permintaannya maka *service level* dikatakan 100%. Apabila kurang dari 100% maka permintaan tidak terpenuhi atau *stockout*. *Service level* dapat dihitung dengan cara:

$$\text{Service level} = \frac{\text{jumlah demand} - \text{jumlah shortage}}{\text{jumlah demand}} \dots\dots\dots(2-4)$$



Gambar 2.4 *Service level*

Sumber: Tersine (1994)

Gambar 2.4 menunjukkan adanya hubungan antara *safety stock* dengan *service level*. Untuk kurva miring keatas menunjukkan bahwa penambahan *safety stock* akan selalu meningkatkan tingkat layanan bagi pelanggan. Namun kurva tersebut dapat digunakan sesuai dengan permasalahan yang ada di perusahaan apakah cocok atau tidak dan manajer yang memutuskan sebab jika penambahan *safety stock* maka biaya yang dikeluarkan pun lebih besar.

2.5 Simulasi

Definisi simulasi menurut Tersine (1994) merupakan sebuah studi dengan memasukkan dan memanipulasi sebuah model dari suatu sistem dengan tujuan mengevaluasi alternatif desain atau aturan keputusan. Manfaat adanya simulasi adalah percobaan sistem dapat mengurangi risiko kebingungan struktur yang ada dengan perubahan yang tidak

mendatangkan keuntungan. Simulasi adalah proses implementasi model menjadi program komputer (*software*) atau rangkaian elektronik dan mengeksekusi software tersebut sedemikian rupa sehingga perilakunya menirukan atau menyerupai sistem nyata tertentu untuk tujuan mempelajari perilaku sistem, pelatihan atau permainan yang melibatkan sistem nyata (realitas). Simulasi ialah suatu metodologi untuk melaksanakan percobaan dengan menggunakan model dari satu sistem nyata (Siagian, 1987). Menurut Hasan (2002), simulasi merupakan suatu model pengambilan keputusan dengan mencontoh atau mempergunakan gambaran sebenarnya dari suatu sistem kehidupan dunia nyata tanpa harus mengalaminya pada keadaan yang sesungguhnya.

Simulasi adalah suatu teknik yang dapat digunakan untuk memformulasikan dan memecahkan model – model dari golongan yang luas. Khosnevis (1994) mendefinisikan simulasi sebagai pendekatan eksperimental. Keterbatasan metode analitis dalam mengatasi sistem dinamis yang kompleks membuat simulasi sebagai alternatif yang baik.

Simulasi merupakan suatu metode eksperimental dan terpakai untuk menjelaskan perilaku sistem, membangun teori atau hipotesis yang mempertanggungjawabkan perilaku dari sistem yang diamati, memakai teori-teori untuk meramalkan perilaku sistem yang akan datang, yaitu pengaruh yang akan dihasilkan oleh perubahan-perubahan variabel dan parameter sistem atau perubahan operasinya.

2.5.1 Simulasi Monte Carlo

Definisi simulasi Monte Carlo menurut Rubinstein (1981) adalah metode untuk menganalisa perambatan ketidakpastian, dimana tujuannya adalah untuk menentukan bagaimana variasi random atau error mempengaruhi sensitivitas, performa atau reliabilitas dari sistem yang sedang dimodelkan. Simulasi Monte Carlo dikenal juga dengan istilah *Sampling Simulation* atau *Monte Carlo Sampling Technique*. Simulasi Monte Carlo digolongkan sebagai metode *sampling* karena *input* dibangkitkan secara *random* dari suatu distribusi probabilitas untuk proses *sampling* dari suatu populasi nyata. Oleh karena itu, suatu model harus memilih suatu distribusi input yang paling mendekati data yang dimiliki. Simulasi Monte Carlo merupakan metode analisis numerik yang melibatkan pengambilan sampel eksperimen bilangan acak. Penggunaan metode Monte Carlo memerlukan sejumlah besar bilangan acak dan hal tersebut semakin mudah dengan perkembangan pembangkit bilangan acak, yang jauh lebih cepat dan praktis dibandingkan dengan metode sebelumnya yang menggunakan tabel bilangan acak untuk *sampling* statistik. Jika suatu sistem

mengandung elemen yang mengandung faktor kemungkinan, model yang digunakan adalah model Monte Carlo.

Dasar dari simulasi Monte Carlo adalah percobaan elemen kemungkinan dengan menggunakan sampel *random* (acak). Langkah-langkah utama dalam simulasi Monte Carlo sebagaimana dijelaskan oleh Tersine (1994) adalah sebagai berikut:

1. Mendefinisikan distribusi probabilitas yang diketahui secara pasti dari data yang didapatkan dari pengumpulan data di masa lalu. Di samping menggunakan data masa lalu, penentuan distribusi probabilitas bias juga berasal dari distribusi teoritis seperti distribusi binomial, distribusi *poisson*, distribusi normal, dan lain sebagainya tergantung objek yang diamati. Variabel-variabel yang dipergunakan dalam simulasi harus disusun distribusinya.
2. Mengonversikan distribusi probabilitas ke dalam bentuk frekuensi kumulatif. Distribusi probabilitas kumulatif ini akan digunakan sebagai dasar pengelompokan batas interval dari bilangan acak.
3. Menjalankan proses simulasi dengan menggunakan bilangan acak. Bilangan acak dikategorikan sesuai dengan rentang distribusi probabilitas kumulatif dari variabel-variabel yang digunakan dalam simulasi. Faktor-faktor yang sifatnya tidak pasti seringkali menggunakan bilangan acak untuk menggambarkan kondisi yang sesungguhnya. Urutan proses simulasi yang melibatkan bilangan acak akan memberikan gambaran dan variasi yang sebenarnya.
4. Analisis yang dilakukan dari keluaran simulasi sebagai masukan bagi alternatif pemecahan permasalahan dan pengambilan kebijakan. Pihak manajemen dapat melakukan evaluasi terhadap kondisi yang sedang terjadi dengan hasil simulasi.

2.5.2 Penentuan Jumlah Replikasi

Menurut Tersine (1994) sebuah replikasi simulasi sama dengan sampel statistik dalam sebuah proses yang dipelajari atau sebuah proses yang disimulasi. Informasi tersebut tergantung dari replikasi simulasi hanya saja jika pada sampling statistik tergantung dari ukuran pengambilan sampel. Replikasi simulasi seringkali dilakukan untuk mengetahui interval kepercayaan berdasar *relative error*, antara estimasi *mean* sampel (\bar{x}) dan mean sebenarnya yang tidak diketahui (μ). Tujuannya adalah untuk mendapatkan sampel model yang menunjukkan nilai harapan atau rata-rata model, yaitu dengan menggunakan sejumlah n replikasi yang independen. Ukuran sampel yang mencukupi akan menggambarkan suatu simpulan yang valid terhadap populasinya (Puspitasari, 2009).

Metode yang biasa digunakan untuk memperkirakan replikasi adalah menjalankan percobaan replikasi dengan menggunakan bilangan random yang berbeda untuk mengukur rata-rata dan standar deviasi dari variabel yang diukur. Asumsi bahwa data yang diukur berdistribusi normal dan replikasi berdasarkan akurasi dan *confidence level*. Langkah-langkah untuk menghitung replikasi yang perlu dilakukan antara lain:

1. Menentukan rata-rata dan standar deviasi pada suatu populasi
2. Menentukan nilai *half-width* (hw). *Half width* (hw) merupakan jarak dari *end point*. Probabilitas P disebut *confidence interval*. Persamaan untuk memntukan nilai hw yaitu:

$$hw = \frac{(t_{n-1, \frac{\alpha}{2}} \times s)}{\sqrt{n}} \dots \dots \dots (2-5)$$

Sumber: Harrel (2000)

Dimana :

hw = *half width*

$t_{n-1, \frac{\alpha}{2}}$ = factor dari tabel T dengan derajat kebebasan (n-1) dan $\alpha/2$

α = 1 – P = level signifikan

s = standar deviasi

3. Menentukan nilai replikasi yang harus dilakukan (n')

$$hw = \frac{(t_{n-1, \frac{\alpha}{2}} \times s)}{\sqrt{n}} = e$$

$$n' = \left[\frac{Z_{\alpha/2} \times s}{e} \right] \dots \dots \dots (2-6)$$

Sumber: Harrel (2000)

n' adalah perkiraan replikasi yang harus dibuktikan dengan ukuran sampel yang cukup agar diperoleh *absolute error* yang dikehendaki.

2.5.3 Validasi

Hoover dan Perry (1989) mendefinisikan bahwa validasi adalah proses penentuan apakah model sebagai konseptualisasi atau abstraksi merupakan representasi berarti dan akurat dari sistem nyata. Law dan Kelton (1991) memberikan penjelasan definisi validasi adalah representasi akurat dari sistem nyata yang sedang dimodelkan. Tujuan dilakukannya validasi adalah untuk menghasilkan suatu model yang benar-benar dapat mempresentasikan perilaku sistem nyata, sehingga model dianggap valid untuk menggantikan sistem nyata. Selain itu, untuk meningkatkan tingkat kepercayaan terhadap model. Validasi model dapat

pula dikatakan sebagai langkah dalam memvalidasi atau menguji apakah model yang telah disusun dapat merepresentasikan sistem nyata dengan benar.

Suatu model dapat dikatakan valid ketika tidak memiliki perbedaan yang signifikan dengan sistem nyata yang diamati baik dari karakteristiknya maupun dari perilakunya. Cara yang dapat dilaksanakan dengan melaksanakan program validasi model, yaitu dengan cara membandingkan hasil simulasi dengan data historis yang telah didapatkan dari pengamatan. Jika hasil performansi tidak berbeda secara signifikan, maka model simulasi dikatakan valid dan dapat digunakan untuk eksperimen selanjutnya. Validasi dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji statistik yang meliputi uji keseragaman data output, uji kesamaan dua rata-rata, uji kesamaan dua variansi, dan uji kecocokan distribusi.

Untuk melakukan validasi model apakah sesuai dengan sistem nyatanya dapat dilakukan dengan (Walpole, 1986) :

1. Uji kesamaan dua rata-rata

Uji kesamaan dua rata-rata adalah menguji apakah kedua data mempunyai rata-rata yang sama. Rumus yang dipakai untuk menguji hipotesis kesamaan dua rata-rata adalah:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \dots\dots\dots(2-7)$$

$$S^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \dots\dots\dots(2-8)$$

dimana:

X_1 = rata-rata output sistem

X_2 = rata-rata output model

S_1^2 = variansi output sistem

S_2^2 = variansi output model

n_1 = jumlah output sistem

n_2 = jumlah output model

Hipotesis ujinya :

H_0 : $\mu_1 = \mu_2$: Rata - rata kedua populasi adalah sama

H_1 : $\mu_1 \neq \mu_2$: Rata - rata kedua populasi adalah tidak sama

Daerah kritisnya : H_0 tidak ditolak jika $-\alpha/2 < t < \alpha/2$

Untuk menentukan banyak kelas yang akan digunakan, rumus yang dipakai adalah :

$$k = 1 + 3,32 \log N \dots\dots\dots(2-9)$$

Untuk menentukan interval kelas, digunakan rumus :

$$i = \frac{x_{max} - x_{min}}{k} \dots\dots\dots (2-10)$$

