

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka berisi tentang konsep-konsep dan teori-teori yang mendukung penelitian serta mendasari metode-metode yang dipakai dalam pemecahan masalah.

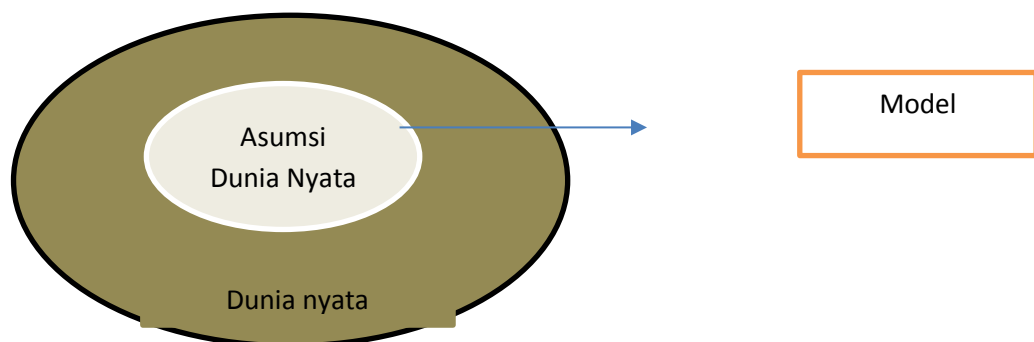
Dalam tinjauan pustaka dimuat uraian sistematis tentang hasil-hasil penelitian yang didapat oleh peneliti terdahulu dan yang ada hubungannya dengan penelitian yang akan dilakukan. Fakta-fakta yang dikemukakan adalah sejauh mungkin diambil dari sumber aslinya. Semua sumber yang dipakai sebagai acuan harus disebutkan.

Tinjauan pustaka disusun untuk memecahkan masalah penelitian dan untuk merumuskan hipotesis. Tinjauan pustaka dapat berupa uraian kualitatif model matematis, atau persamaan-persamaan yang saling berkaitan dengan permasalahan yang diteliti. Juga dibuat hipotesis yang memuat pernyataan singkat yang disimpulkan dari tinjauan yang merupakan jawaban sementara permasalahan yang dihadapi.

#### 2.1 Model

Model adalah representasi dari konstruksi, dan kerja dari suatu sistem. Model mirip dengan sistem yang diwakilinya tetapi lebih sederhana dari sistem tersebut. Gambar 2.1 menunjukkan tingkat abstraksi yang menggambarkan pengembangan sebuah model. Asumsi dibuat dari sistem yang nyata. Model diupayakan dalam tingkatan tertentu yang dapat diterima untuk dapat mempresentasikan perilaku dari asumsi atas dunia nyata.

Tujuan model salah satunya adalah untuk membantu analisis memprediksi pengaruh dan perubahan sistem. Model dapat berguna jika model tersebut dapat dibangun dengan baik dan benar.



### **Gambar 2.1** Tingkat abstraksi dalam pembangunan model (Taha,2011)

Menurut Arifin, Miftahol (2009:12) model dapat didefinisikan sebagai proses penggambaran operasi sistem nyata untuk menjelaskan atau menunjukkan relasi-relasi penting yang terlibat. Sistem nyata dapat dikelola menjadi model. Ada 4 jenis model berdasarkan model simbolik (Arifin, Miftahol.2009:15) yaitu:

1. Model stokastik adalah model yang mencakup distribusi kemungkinan untuk input dan memberikan serangkaian nilai dari sekurang-kurangnya satu variabel output dengan probabilitas yang berkaitan pada tiap nilai.

Contoh: waktu kedatangan truck dan waktu antrian truck.

2. Model deterministik adalah model yang digunakan untuk memecahkan suatu persoalan dalam situasi yang pasti.

Contoh: proses kimia, peta dan lain sebagainya.

3. Model statis adalah model yang berhubungan dengan keadaan sistem pada suatu saat tidak mempertimbangkan perubahan waktu. Biasanya hanya melibatkan pembangkitan bilangan random untuk menjalankan simulasi.

Contoh: penganggaran keuangan Universitas, penentuan jumlah persediaan di gudang dan lain sebagainya.

4. Model dinamis adalah model yang berkaitan dengan keadaan sistem dalam waktu yang berkelanjutan, mengandung proses perubahan setiap saat akibat suatu aktivitas.

Contoh: simulasi pelayanan perbankan yang buka dari pukul 08.00 sampai pukul 15.00.

Kegunaan model antara lain:

1. Eksperimen yang dilakukan pada sistem secara langsung akan membutuhkan biaya dan usaha yang cukup besar.
2. Waktu yang digunakan untuk percobaan pada model jauh lebih singkat dibandingkan dengan percobaan pada sistem secara langsung.
3. Dalam uji coba menggunakan model, resiko yang dihadapi akan lebih aman dari pada uji coba langsung dari sistem sebenarnya.
4. Model dari sistem dapat digunakan untuk menjelaskan, memahami dan memperbaiki sistem tersebut.
5. Dapat mengetahui performansi dan informasi dari suatu sistem.

## 2.2 Sistem

Sistem didefinisikan sebagai suatu kumpulan entitas, seperti manusia dan mesin, yang bergerak dan berinteraksi bersama-sama untuk mencapai suatu tujuan akhir yang telah ditentukan. Secara praktis, yang dimaksud sebagai sistem bergantung pada tujuan dari study yang dilakukan. Sekumpulan entitas yang membentuk suatu sistem dari study yang lain, karena setiap komponen mempunyai bagian-bagian lebih kecil yang membentuk sistem sendiri. Keseluruhan komponen dalam sistem saling berinteraksi, hal ini menunjukkan bahwa setiap sistem dipengaruhi oleh sistem lain. Tidak ada sistem yang benar-benar berdiri sendiri karena sebuah sistem pasti dipengaruhi oleh faktor-faktor eksternal diluar dari sistem tersebut. Sebuah sistem atau sub-sistem dapat diidentifikasi sebagai sistem khusus, dan diasumsikan terisolasi dari sistem yang lain, jika dimaksudkan untuk keperluan study (Khosnevis, 1994). Maka dari itu study yang dilakukan hanya mengamati state atau kondisi dari suatu sistem yang terbentuk atas sekumpulan entitas pada waktu tertentu, relatif tujuan dari study yang dilakukan (Law dan Kelton, 2007).

Sistem dapat dikategorikan menjadi dua jenis, yaitu diskrit dan kontinyu. Sistem diskrit adalah sistem dimana perubahan terjadi pada beberapa titik sepanjang waktu. Aktivitas di bank merupakan contoh dari sistem diskrit, mengingat jumlah pelanggan di sebuah konter pelayanan hanya berubah saat pelanggan datang atau saat pelanggan pergi saat dilayani. Sistem kontinyu merupakan sistem dimana perubahan terjadi secara terus-menerus sepanjang waktu. Sebuah pesawat yang sedang terbang di udara merupakan contoh sistem kontinyu, karena posisi dan kecepatan pesawat dapat berubah secara terus menerus seiring waktu. Dalam dunia nyata, jarang ada sistem yang benar-benar bersifat diskrit atau kontinyu. Namun karena umumnya salah satunya lebih dominan dibanding yang lain maka klasifikasi sistem dimungkinkan untuk dilakukan (Law dan Kelton, 2007).

## 2.3 Teori Antrian

Menurut Stevenson teori antrian adalah "*Mathematical approach to the analysis of waiting lines*".

Menurut Chase, Aquilano dan Jacobs menyatakan bahwa: *the basic element of waiting lines problems and provide "standard steady state formulas for solving them. These formulas arrived at through queuing theory"*.

Jadi dari definisi dan pengertian di atas dapat ditarik sebuah kesimpulan bahwa teori antrian adalah suatu cara secara matematika untuk mengukur jalur antrian.

### 2.3.1 Konsep Dasar Teori Antrian

Konsep antrian ini pertama kali diperkenalkan pada tahun 1909 oleh ahli matematika dan insinyur berkebangsaan Denmark yang bernama A.K.

Erlang, dalam bukunya yang berjudul “*Solution of Some Problem in The Theory of Probability of Significance in Automatic Telephone Exchange*”. Dia mengembangkan model antrian ini untuk menentukan jumlah yang optimal dari fasilitas telepon *switching* yang digunakan untuk melayani permintaan yang ada. Konsep ini makin meluas penggunaannya mulai akhir Perang Dunia II.

### 2.3.2 Karakteristik Sistem Antrian

Terdapat tiga komponen dalam sistem antrian, yaitu:

#### 1. Karakteristik Kedatangan

Kedatangan memiliki karakteristik seperti ukuran populasi, distribusi kedatangan, dan perilaku kedatangan.

##### a. Ukuran Populasi

- 1) Populasi tidak terbatas: jumlah kedatangan atau pelanggan pada sebuah waktu tertentu hanyalah
- 2) Populasi terbatas: sebuah antrian ketika hanya ada pengguna pelayanan yang potensial dengan jumlah terbatas.

##### b. Distribusi Kedatangan

Bentuk kedatangan ini dianggap pelanggan tiba satu per satu. Asumsinya adalah kedatangan pelanggan mengikuti suatu proses dengan distribusi probabilitas tertentu. Distribusi yang sering digunakan ialah distribusi Poisson. Rumus umum distribusi probabilitas Poisson adalah (Mulyono, 2004):

$$P(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!}$$
, untuk  $x = 0, 1, 2, 3, 4, \dots$  dimana:  $P(x)$  = probabilitas kedatangan sejumlah  $x$   $x$  = banyaknya kedatangan persatuan waktu  $\lambda$  = rata-rata tingkat kedatangan

##### c. Perilaku Kedatangan

Berikut adalah karakteristik perilaku kedatangan :

- 1) Pelanggan yang sabar adalah mesin atau orang-orang (pelanggan) yang sabar menunggu dalam suatu antrian hingga mereka dilayani dan tidak berpindah garis antrian.

- 2) Pelanggan yang menolak tidak mau bergabung dalam antrian karena merasa suatu proses antrian terlalu lama untuk memenuhi kebutuhan mereka.

## 2. Karakteristik atau Disiplin Antrian

Setiap pelayanan memiliki aturan yang digunakan untuk memutuskan pelanggan mana yang akan dipilih dari antrian untuk memulai pelayanan. Aturan pelayanan disini disebut disiplin antrian. Adapun disiplin antrian terdiri dari:

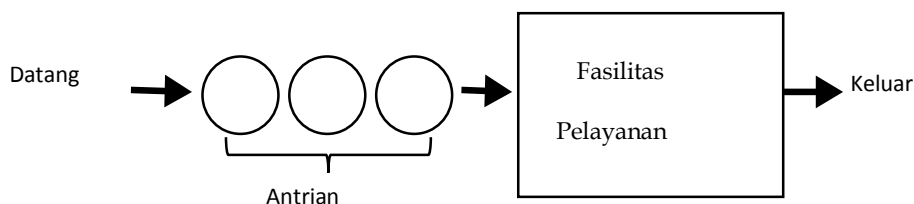
- a. First Come First Served (FCFS)
- b. Last Come First Served (LCFS)
- c. Shortest Operation Times (SOT)
- d. Service in Random Order (SIRO)

## 3. Karakteristik Pelayanan

- a. Desain proses antrian

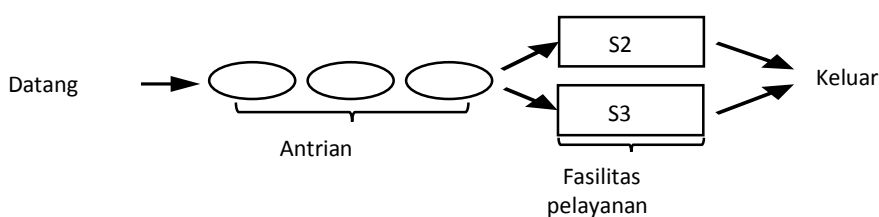
Desain proses antrian adalah sebagai berikut:

- 1) Satu Saluran Satu Tahap



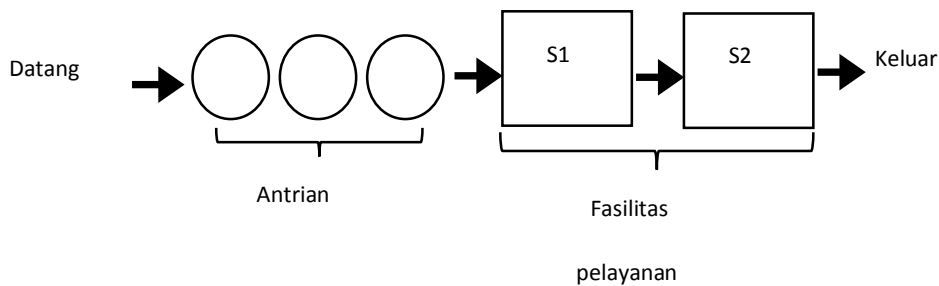
Gambar 2.2 Satu Saluran Satu Tahap

- 2) Banyak Saluran Satu Tahap



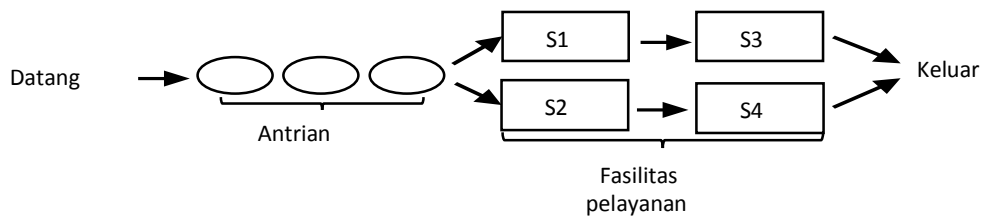
Gambar 2.3 Banyak Saluran Satu Tahap

### 3) Satu Saluran Banyak Tahap



Gambar 2.4 Satu Saluran Banyak Tahap

### 4) Banyak Saluran Banyak Tahap



Gambar 2.5 Banyak Saluran Banyak Tahap

#### b. Distribusi Waktu Pelayanan

Asumsi umum yang biasa digunakan bagi distribusi waktu pelayanan adalah distribusi eksponensial. Rumus umum probabilitas distribusi eksponensial adalah:

$$f(t) = \mu e^{-\mu t}$$

dimana:  $f(t)$  : probabilitas yang berhubungan dengan  $t$  : waktu pelayanan  $\mu$  : rata-rata waktu pelayanan

Naman kadangkala dapat ditemukan proses Poisson pada proses pelayanan (*services process*), dengan demikian distribusi poisson juga berlaku pada proses pelayanan”.

## 2.4 Pengertian Simulasi

Simulasi merupakan suatu alat yang hanya digunakan jika ada suatu pemahaman alamiah dari masalah yang akan dipecahkan. Simulasi dirancang untuk membantu pemecahan suatu masalah yang berhubungan dengan sistem yang dioperasikan secara lamiah. Kegagalan dalam percobaan simulasi untuk menciptakan suatu hasil, lebih sering dikarenakan oleh

kurangnya suatu pemahaman terhadap system dibandingkan dengan suatu pengetahuan bagaimana menggunakan software simulasi. Oleh karenanya penggunaan simulasi saat sekarang cukup banyak di dalam menyelesaikan berbagai persoalan. Di dalam bidang engineering dan management, simulasi digunakan untuk perancangan dan optimasi sistem, sebab pada system yang sangat kompleks keinginan dari pelanggan (baik akurasi dan efisiensi) sangat tinggi. Di dalam bidang social secara umum simulasi digunakan untuk early warning system, education and training dan computer game. Sedangkan di dalam bidang sains, simulasi digunakan untuk menguji kebenaran dari suatu teori.

Menurut Mu'alim, Akhmad (2015) simulasi adalah suatu prosedur kuantitatif, yang menggambarkan sebuah sistem, dengan cara mengembangkan sebuah model dari sistem tersebut dan melakukan sederetan uji coba untuk memperkirakan perilaku sistem pada kurun waktu tertentu.

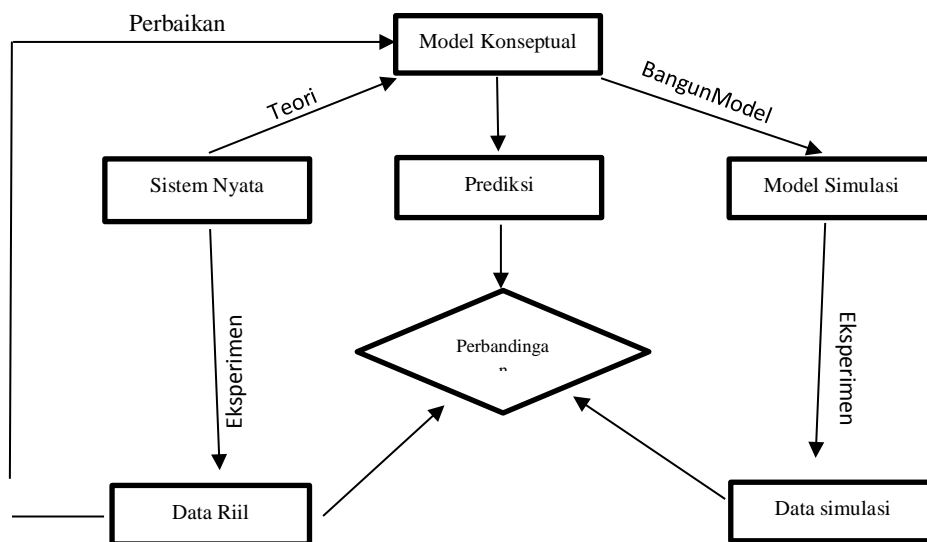
Menurut Hasan (2002) dalam Mu'alim, Akhmad (2015) simulasi merupakan suatu model pengambilan keputusan dengan mencontoh atau mempergunakan gambaran sebenarnya dari suatu sistem kehidupan dunia nyata tanpa harus mengalaminya pada keadaan sesungguhnya.

Menurut Setiawan (1991) simulasi adalah proses merencanakan suatu model dari sebuah sistem nyata dan melakukan eksperimen dengan model tersebut dengan tujuan memahami tingkah laku sistem, atau mengevaluasi berbagai strategi untuk mengoperasikan sistem tersebut.

Simulasi lebih cepat dan mudah dalam menjelaskan fenomena yang terjadi akibat perubahan kombinasi pengalokasian peralatan/fasilitas yang digunakan selama aktifitas *loading* karena dengan simulasi dapat dilakukan beberapa eksperimen sesuai skenario dan tujuan analisis sistem loading tersebut (Prihantomo, 1995,dkk dalam saputra,2015).

Ketika simulasi menjadi alternatif penyelesaian dari suatu persoalan, kunci pada sistem nyata. Ada 3 metode sains seperti yang disajikan dalam gambar 2.6 yang menunjukkan bahwa *real system*, *prediction* dan *simulasi model*. Merupakan kombinasi yang saling memberikan makna sesuai persoalannya. System nyata yang ditelaah secara teori akan menghasilkan model konseptual, tetapi jika system nyata dilakukan suatu percobaan akan menghasilkan real data. Simulation model yang dibangun berdasarkan real system dan menghasilkan konseptual model ketika dilakukan eksprementasi akan menghasilkan data yang jika diperbandingkan dengan

data yang sebenarnya akan menghasilkan konseptual model lagi setelah mengalami modifikasi. Arifin (2009)



Gambar 2.6 Tiga pendekatan dalam simulasi  
(Sumber : Miftahol Arifin)

Gambar di atas menjelaskan bahwa konseptual model dibangun dengan mempelajari system akan menghasilkan suatu teori dan memunculkan prediksi yang jika dibandingkan dengan riil data dari eksperimentasi riil system dan konseptual model yang dibangun untuk menjadi simulasi ketika dieksperimentasi, akhirnya akan tetap menghasilkan suatu konseptual (skenario) bagi sistem itu sendiri.

Menurut Arifin (2009), simulasi diawali dengan pemahaman atas system dan pembangunan modelnya. Model yang baik akan menghasilkan dari pengamatan dan pemahaman system yang baik pula. Output simulasi akan sangat ditentukan oleh seberapa baik



model yang dibangun. Sehingga pada dasarnya simulasi merupakan aplikasi atau praktek dari building model yang merepresentasikan system nyatannya atau pendugaan masa yang akan datang atau ekperimentasi atas model, yang digunakan untuk mempelajari perilaku sistem, peningkatan performansi system, atau merancang system baru dengan ukuran yang ditetapkan. Sehingga simulasi dapat didefinisikan sebagai suatu teknik dalam pembuatan suatu model dari system yang nyata atau usulan system sedemikian sehingga perilaku dari system tersebut pada kondisi tertentu dapat dipelajari. Dengan simulasi para analis dimungkinkan untuk mengambil kesimpulan tentang system baru tanpa harus membangunnya terlebih dulu, atau melakukan perubahan pada system yang ada tanpa mengganggu kegiatan yang sedang berjalan. Karena biasanya tidak memungkinkan untuk melakukan eksperimen terhadap system yang sedang operasi atau system baru yang belum dibangun, simulasi merupakan tool yang bermanfaat bagi para perancang system atau manajer. Simulasi bermanfaat pada tahaapan perancangan system, bila diperlukan untuk menilai alternatif rancangan, dan pada tahapan operasional, bila dipakai dalam mengevaluasi alternative kebijakan.

Menurut Suryani (2006), model simulasi merupakan tool yang cukup fleksibel untuk memecahkan masalah yang sulit untuk dipecahkan dengan model matematis biasa. Model simulasi sangat efektif digunakan untuk sistem yang relatif kompleks untuk untuk pemecahan analitis dari model tersebut. Penggunaan simulasi akan memberikan wawasan yang lebih luas pada pihak manajemen dalam menyelesaikan suatu masalah. Oleh karena itu manfaat yang didapat dengan menggunakan metode simulasi adalah sebagai tool bagi perancang sistem atau pembuat keputusan, dalam hal ini manajer untuk menciptakan sistem dengan kinerja tertentu baik dalam tahap perancangan sistem (untuk sistem yang masih berupa usulan) maupun operasional (untuk sistem yang sudah berjalan).

#### **2.4.1 Tipe-Tipe Simulasi**

Cara simulasi bekerja didasarkan sebagian besar pada jenis simulasi yang digunakan. Ada banyak jalan untuk menggolongkan simulasi. Sebagian dari jenis yang paling umum meliputi:

##### *a. Simulasi dinamis .*

Simulasi dinamis yaitu untuk meneliti keadaan yang berubah-ubah dari waktu ke waktu. Suatu mekanisme jam bergerak maju pada waktunya dan status peubah (variable) diperbaharui sebagai penambahan waktu. Simulasi dinamis cocok untuk penelitian pabrikasi dan pelayanan system karena mereka beroperasi dari waktu ke waktu.

b. *Simulasi stokastik*

Simulasi di mana satu atau lebih variable masukan adalah acak secara alami dikenal sebagai simulasi stokastik atau simulasi probabilistik. Suatu simulasi stokastik menghasilkan keluaran yang acak dan oleh karena itu memberi hanya satu titik data bagaimana system mungkin bertindak.

c. *Discret event simulation atau continuous event simulation*

Simulasi kadang-kadang digolongkan sebagai hal yang baik simulasi diskrit event maupun kontinyu. Suatu simulasi discreteevent adalah suatu simulasi di mana perubahan status atas terjadinya poin-poin terpisah pada waktunya yang dipicu oleh suatu kejadian.

Ciri-ciri peristiwa simulasi meliputi :

- Kedatangan dari suatu kesatuan ke suatu stasiun-kerja
- Kegagalan suatu sumber daya
- Penyelesaian dari suatu aktivitas

## 2.4.2 Struktur Dasar Model Simulasi

Sebelum proses pembuatan model dimulai, pertama-tama harus dipahami tentang struktur building blok dari mana model tersebut akan dibangun. Walaupun model akan dibuat sangat kompleks, pada dasarnya struktur dasarnya sangat sederhana. Secara matematis dapat dinyatakan sebagai berikut :  $E = f(X_i, Y_j)$

Dimana :

E = efek performance sistem

$X_i$  = variable dan parameter yang dapat dikontrol

$Y_j$  = variable dan parameter yang tidak terkontrol

F = hubungan antara  $X_i$  dan  $Y_j$  yang menghasilkan E

Setiap model pada umumnya akan terdiri dari beberapa unsur berikut :

1. Komponen-komponen model : merupakan entitas yang membentuk model. Entitas disini didefinisikan sebagai objek sistem yang menjadi pokok perhatian.
2. Variabel : nilai yang selalu berubah.
3. Parameter : nilai tetap pada suatu saat, tapi dapat berubah di waktu yang lain.
4. Hubungan fungsional : memberikan hubungan antar komponen-komponen model.
5. Konstrain : batasan dari problem yang dihadapi.

### **2.4.3 Model Simulasi Sistem**

Dalam melakukan studi sistem sebenarnya simulasi merupakan dari model matematik dimana sistem. Berdasarkan sifat perubahannya sendiri dikategorikan menjadi 2, yaitu sistem diskrit dan sistem kontinyu. Sistem diskrit mempunyai maksud bahwa jika keadaan variable-variable dan sistem berubah seketika itu juga pada poin waktu terpisah, misalnya pada sebuah bank dimana variabelnya adalah jumlah nasabah yang akan berubah hanya ketika nasabah datang atau setelah selesai dilayani dan pergi. Sedangkan sistem kontiyu mempunyai arti jika keadaan variable-variable dalam sistem berubah secara terus-menerus (kontiyu) mengikuti jalanya waktu, misalnya pesawat terbang yang bergerak diudara dimana variabelnya seperti posisi dan kecepatannya akan terus bergerak.

### **2.4.4 Tujuan Simulasi**

Tujuan dari metode simulasi adalah untuk melakukan pengamatan dengan menggunakan informasi dari perilaku dan kinerja sistem yang sesungguhnya (Law dan Kelton, 2000). Metode simulasi juga bertujuan untuk mendeskripsikan suatu model, mengukur kinerja dan performansi dari sebuah model, serta mengetahui perubahan yang terjadi pada sistem apabila dilakukan perbaikan terhadap model tersebut.

### **2.4.5 Keuntungan Simulasi**

Adapun beberapa keuntungan yang didapatkan dengan menggunakan metode simulasi menurut Law dan Kelton (2000) adalah:

1. Simulasi yang digunakan untuk suatu sistem yang kompleks dan memiliki sifat-sifat stokastik yang sulit dibentuk dengan menggunakan model matematik.
2. Simulasi dapat mengantisipasi kemungkinan-kemungkinan adanya kesalahan atau kegagalan sebelum dilakukan implementasi ke dalam sistem yang sesungguhnya.
3. Simulasi dapat mengidentifikasi prilaku dari sistem dalam proses pengoperasian yang berbeda-beda.
4. Simulasi dapat digunakan pada sistem yang belum pernah terbentuk atau menganalisa sistem yang ada tanpa mengubah kondisi dari sistem yang ada.

5. Simulasi dapat membandingkan alternatif-alternatif desain sistem dan memilih alternatif yang paling baik untuk digunakan ataupun diimplementasikan.
6. Simulasi dapat melakukan evaluasi sistem dalam jangka waktu yang singkat.

#### 2.4.6 Langkah-Langkah Simulasi

Menurut Suryani (2006) Dalam melakukan simulasi terdapat beberapa langkah yang perlu dilakukan diantaranya yaitu :

1. Pendefinisian sistem. Langkah ini meliputi : penentuan batasan sistem dan identifikasi variable yang significant.
2. Formulasi model : merumuskan hubungan antar komponen-komponen model.
3. Pengambilan data : identifikasi data yang diperlukan oleh model sesuai dengan tujuan pembuatan model.
4. Pembuatan model. Dalam penyusunan model perlu disesuaikan dengan jenis bahasa simulasi yang akan digunakan.
5. Verifikasi model : proses pengecekan terhadap model apakah sudah bebas dari error.
6. Validasi model merupakan proses pengujian terhadap model apakah model yang dibuat sudah sesuai dengan sistem nyatanya. Yaman Barlas dalam jurnalnya yang berjudul “Multiple Test for Validation of Systems Dynamics Type of Simulation Model”, menjelaskan dua cara pengujian yaitu :

- a. Perbandingan rata-rata (Mean Comparison)

$$E_1 = \frac{(\bar{S} - \bar{A})}{\bar{A}}$$

Dimana :  $\bar{S}$  = Nilai rata-rata hasil simulasi

$\bar{A}$  = Nilai rata-rata data actual

Model dianggap valid bila  $E_1 \leq 5\%$

- b. Perbandingan variasi Amplitudo (Amplitude Variation Comparison)

Untuk membandingkan variasi antara output simulasi dan data historis yang tersedia, kita dapat menghitung standard deviasi model ( $S_s$ ) dan standard deviasi historis ( $S_A$ ). Kedua standard deviasi ini kemudian dibandingkan dengan menggunakan “Percent Error in The Variations” atau  $E_2$ , dengan rumus sebagai berikut :

$$E_2 = \frac{|S_s - S_A|}{|S_A|}$$

Model dianggap valid bila  $E_2 \leq 30\%$

7. Untuk menentukan berapa jumlah replikasi yang dibutuhkan dilakukan perhitungan jumlah replikasi. Dalam kasus ini metode yang digunakan untuk menghitung jumlah replikasi adalah metode absolute error. Sedangkan selang kepercayaan yang digunakan adalah 95%.

Berikut ini adalah perhitungannya:

$$n = 30$$

$$n - 1 = 29$$

$$\alpha = 0,05$$

$$\begin{aligned}hw &= (n-1, \alpha/2) \times S \sqrt{n} \\ &= (2,04523) \times S \sqrt{30}\end{aligned}$$

8. Nilai hw atau Absolute Error ( $\beta$ ) adalah banyaknya error yang ditoleransi yang terjadi dalam sistem tersebut dan dinyatakan dalam bentuk jumlah error. Selanjutnya menghitung nilai  $n'$  yaitu nilai replikasi baru yang dibutuhkan dengan menggunakan nilai half width yang didapat dari perhitungan sebelumnya dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}n' &= ((Z_{0,05/2}) \times S hw)^2 \\ &= (1,96 \times S hw)^2\end{aligned}$$

9. Skenarioisasi : penyusunan skenario terhadap model. Setelah model valid maka langkah selanjutnya adalah membuat beberapa skenario (eksperimen) untuk memperbaiki kinerja sistem sesuai dengan keinginan. Secara umum jenis-jenis skenario dapat kita bedakan menurut dua jenis :
  - a. Skenario Parameter dilakukan dengan jalan mengubah nilai parameter model. Skenario jenis ini relatif mudah dilakukan karena kita hanya melakukan perubahan terhadap output model.
  - b. Skenario struktur dilakukan dengan jalan mengubah struktur model. Skenario jenis ini memerlukan pengetahuan yang cukup tentang sistem agar struktur baru yang diusulkan/dieksperimenkan dapat memperbaiki kinerja sistem.
10. Interpretasi model. Proses ini merupakan penarikan kesimpulan dari hasil output model simulasi.
11. Implementasi merupakan penerapan model pada sistem.
12. Dokumentasi merupakan proses penyimpanan hasil output model.

## 2.5 Simulasi Dengan Arena

Arena merupakan paket simulasi *general purpose*, yang memiliki kemampuan memodelkan sistem manufaktur dan non manufaktur. Sistem manufaktur : flow lines, assembly lines, job shop, conveyors. Sistem non manufaktur : Health care, maintenance sistem, computer network, logistic, sistem. (Suryani,2006)

Program ARENA adalah sebuah software simulasi yang diterbitkan oleh Rockwell Software Inc. Menurut Kelton, W. David, Sadowski, Randall P., Sadowski, Deborah A. (2009 ; 49). Software ARENA ini menyediakan alternatif model simulasi grafik dan model simulasi analisis yang dapat dikombinasikan untuk menciptakan model-model simulasi yang cukup luas dan bervariasi. Software ini memiliki kemampuan animasi dua dimensi. ARENA juga memiliki tingkat kompatibilitas yang baik. Kemampuan animasinya dapat ditunjang oleh file-file dari AutoCad. ARENA di spesialisasikan untuk menyelesaikan masalah-masalah Simulasi Sistem Diskrit. Kelebihan lain dari ARENA adalah memiliki kemampuan pengolahan data statistik, walaupun tidak begitu lengkap. Pada model simulasi menggunakan software Arena, terdapat beberapa komponen yang dijelaskan sebagai berikut :

### a. Sistem

Sistem merupakan sekumpulan entitas yang bergerak atau berinteraksi untuk mencapai tujuan berdasarkan alur logika tertentu.

### b. Entitas

Entitas merupakan objek yang dikenai bergerak atau berinteraksi berdasarkan alur logika tertentu.

### c. Atribut

Atribut merupakan karakteristik umum dari suatu entitas.

### d. Variabel

Variabel merupakan suatu komponen sistem yang mengandung informasi dan nilainya diperoleh dari eksekusi model simulasi.

### e. Resources

Resources merupakan wadah untuk menampung entitas dalam jumlah tertentu. Entitas yang berasal dari suatu Resources dapat bergerak di dalam sistem jika resources tersebut bersifat seize-delay-relase (tampung-berhenti sejenak keluarkan).

f. Queue (antrian )

Ketika entitas tidak dapat bergerak, dapat dimungkinkan sedang terdapat entitas lain yang sedang berproses dalam sistem, sehingga entitas yang tidak dapat bergerak tersebut dapat ditampung dalam suatu wadah sampai entitas lain yang menghambat selesai berproses. Wadah tersebut disebut queue (antrian).

g. Events (kejadian)

Kejadian dimana suatu perubahan terjadi yang mengakibatkan perubahan pada kondisi sistem.

h. Statistical accumulators

Komponen ini berfungsi untuk melihat kondisi sistem sesungguhnya berdasarkan variabel-variabel yang telah ditentukan sebelumnya. Pada penelitian ini komponen ini terdiri dari waktu tunggu, panjang antrian, utilitas fasilitas, dan waktu total entitas di dalam sistem.

i. Simulation clock (jam simulasi)

Waktu aktual pada sistem sesungguhnya dapat direpresentasikan ke dalam model simulasi lewat suatu variable yang disebut simulation clock.

j. Starting dan stoping


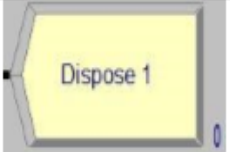

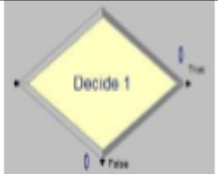
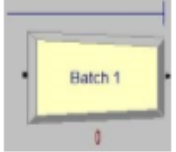
Suatu kondisi yang ditentukan berdasarkan input tertentu dan berfungsi untuk membatasi simulasi yang berjalan.

### 2.5.1 Jenis-Jenis Pada Modul Arena

Dalam menjalankan simulasi menggunakan software Arena, dibutuhkan beberapa proses dalam memasukkan data aktual ke dalam pembuatan model animasi. Untuk itu

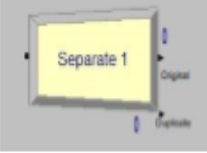






dibutuhkan beberapa pemilihan beberapa panel basic process sebagai gambar yang mewakili proses simulasi aktual ke dalam software Arena. Panel basic process yang digunakan dalam pembuatan model simulasi terdiri dari berbagai macam modul untuk menjalankan perintah simulasi. Modul-modul tersebut diantaranya disajikan pada tabel 2.1

**Tabel 2.1 Jenis Modul Dan Keterangan Pada Software Arena**

Jenis Modul	Keterangan
 Modul <i>Create</i>	Digunakan pada awal pembuatan model simulasi, pada modul ini dilakukan <i>input</i> data seperti, nama model simulasi, jumlah <i>entity</i> yang di <i>input</i> , dan waktu antar kedatangan.
 Modul <i>Dispose</i>	Digunakan untuk mengakhiri pembuatan model simulasi, pada modul ini dapat menampilkan nama dari <i>dispose</i> yang disesuaikan dengan model.
 Modul <i>Process</i>	Digunakan sebagai metode proses utama dalam pembuatan simulasi, pada modul ini dilakukan <i>input</i> data seperti jumlah <i>resource</i> yang tersedia, waktu proses yang dapat dipertimbangkan sebagai <i>non/value-added</i> , <i>transfer</i> , <i>wait</i> dan sebagainya.
 Modul <i>Decide</i>	Digunakan sebagai opsi pemilihan keputusan dalam sebuah sistem, pemilihan keputusan yang dapat dipilih contohnya adalah probabilitas kemungkinan benar 80% dan kemungkinan salah 20%.
 Modul <i>Batch</i>	Modul <i>Batch</i> digunakan untuk membatasi <i>entities</i> yang memasuki sistem, pada modul ini dapat dilakukan pengaturan <i>batch size</i> sebagai ukuran <i>batch</i> yang akan dimodelkan.



Lanjutan Tabel 2.1 Jenis Modul Dan Keterangan Pada *Software Arena*

 <p>Modul <i>Separate</i></p>	<p>Modul <i>Separate</i> ini berfungsi sebagai pembuat salinan <i>entity</i> yang datang dan dijadikan <i>entities</i> yang berlipat atau membagi <i>entity</i> dari modul <i>batch</i> sebelumnya.</p>
 <p>Modul <i>Record</i></p>	<p>Digunakan untuk mengumpulkan statistik dalam model simulasi. Jenis statistik yang dapat di-input seperti waktu antar keluar melalui modul, <i>entity</i> waktu, biaya, penelitian umum, dan statistik interval.</p>
 <p>Entity Modul <i>Entity</i></p>	<p>Pada modul data ini akan menampilkan berbagai macam tipe dari <i>entity</i> dan memberikan nilai <i>pictures</i> dalam simulasi. Salah satu <i>entity</i> yang dapat ditampilkan adalah informasi biaya.</p>
 <p>Resource Modul <i>Resource</i></p>	<p>Pada modul ini akan menampilkan jumlah sumber daya dalam sistem simulasi. <i>Resource</i> dapat ditentukan dengan pasti dan dioperasikan berdasarkan jadwal kegagalan dari <i>resource</i> dapat dispesifikasikan disini.</p>
 <p>Variable Modul <i>Variable</i></p>	<p>Pada modul data ini digunakan untuk menjelaskan ukuran variabel dan nilai awal, contoh variabel yang dapat dimasukkan antara lain modul <i>decide</i> yang dapat dimasukkan ulang nilainya dengan modul <i>assign</i> dan dapat digunakan pada segala <i>expression</i>.</p>
 <p>Schedule Modu <i>Schedule</i></p>	<p>Pada modul data ini, dapat dilakukan <i>input</i> data yang akan mengatur jadwal pengoperasian dari modul <i>resource</i> yang tersedia.</p>
 <p>Set Modul <i>Set</i></p>	<p>Pada modul <i>Set</i> akan menjelaskan berbagai macam tipe dari <i>sets</i>, seperti <i>resource</i>, <i>counter</i>, <i>tally</i>, <i>entity</i>, <i>type</i>, <i>entity picture</i>. Modul ini dapat digunakan dalam modul <i>process</i>.</p>

## **2.5.2 Penelitian Terdahulu**

### **1. Bobby Chandra Saputra, Skripsi UMG (2015)**

Referensi penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan upaya meminimalkan waktu proses dan digunakan sebagai acuan antara lain penelitian yang dilakukan oleh Bobby Chandra Saputra (2015). Penelitian tersebut berjudul “study simulasi proses pemuatan dan penimbangan kontainer ekspor dengan tujuan meminimalkan stapel”. Berdasarkan hasil analisa data dan pembahasan dari skenario-skenario perbaikan untuk meminimalkan waktu pemuatan dan nilai stapel, dapat disimpulkan bahwa penambahan personil inspeksi dan penambahan jumlah forklift merupakan alternatif terbaik dalam menurunkan jumlah kontainer stapel mengalami penurunan sebesar 86% atau sebanyak 50 kontainer dari kondisi eksisting sebanyak 350 kontainer.

### **2. Yoko Teddy Herwanto, Skripsi UMG (2014)**

Referensi penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan upaya peningkatan kualitas dan digunakan sebagai acuan antara lain penelitian yang dilakukan oleh Yoko Teddy Herwanto (2014). Penelitian tersebut berjudul “Penerapan Perbaikan Metode Kerja Most Dan Simulasi Pada Proses Produksi”. Perbaikan metode kerja dapat meminimalkan waktu standar pada bagian pengemalan sebelum perbaikan sebesar 1.42 menit/unit dan sesudah perbaikan dengan Most sebesar 1.27 menit/unit. Pada bagian penjahitan waktu standar sebelum perbaikan sebesar 9.44 menit/unit dan sesudah perbaikan sebesar 8.17 menit/unit. Analisis simulasi, untuk scenario 1 terjadi kenaikan utilitas untuk bagian pengemalan sebesar 31.2%; pemotongan sebesar 29.4%; penjahitan sebesar 31.15%.

### **3. Tommy Iskandar, Skripsi UMG (2015)**

Referensi penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan upaya peningkatan kualitas dan digunakan sebagai acuan antara lain penelitian yang dilakukan oleh Tommy Iskandar (2015). Penelitian tersebut berjudul “analisa sistem pelayanan antrian di jembatan timbang PT.SADP Gresik”. Perbaikan metode kerja dapat meminimalkan waktu tunggu dan antrian.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil diambil beberapa kesimpulan :

1. Identifikasi tingginya antrian yang terjadi dan timbul penyebabnya adalah :
  - a) Jumlah fasilitas timbang 1 unit.

- b) Kedatangan truk yang tidak terjadwal, terlihat dari tingkat kegunaan fasilitas 96,6% dan waktu tunggu rata-rata 1500 detik.
2. Usulan perbaikan skenario 1
- a) Jumlah fasilitas timbang 2
  - b) Tingkat kegunaan fasilitas 47,65% dan waktu tunggu rata-rata 40 detik.

Dari hasil penelitian yang dilakukan dalam analisa sistem pelayanan antrian di jembatan timbang, maka dapat diambil kesimpulan bahwa usulan perbaikan skenario 1 dengan menambah 1 jembatan timbang merupakan pilihan yang lebih baik.