

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

Adapun kajian – kajian yang menjadi landasan teori pada penulisan tugas akhir ini adalah kajian yang bersifat induktif dan kajian yang bersifat deduktif. Kajian induktif adalah kajian yang dilakukan untuk mendapatkan informasi tertentu dari penelitian yang utamanya berasal dari jurnal, seminar, workshop, dan lain – lain. Sedangkan kajian deduktif adalah sebuah kajian yang bisaanya dilakukan guna mendapatkan informasi yang nantinya dapat digunakan sebagai landasan pemikiran dari penelitian yang utamanya bersumber dari buku.

2.1 Sistem Dinamis

Sistem Dinamis merupakan suatu metodologi untuk memahami berbagai masalah kompleks. Metode ini dikembangkan oleh Jay Wright Forrester dari Massachusset Institute of Technology (MIT), Cambridge, Massachusset , USA, dengan nama Industrial Dynamics pada tahun 1959 (beberapa buku menyebutkan tahun 1960-an), dengan menempatkan masalah-masalah dalam sistem usaha/bisnis sebagai topik utama. Sistem Dinamis (SD) adalah sebuah alat analisis yang awalnya digunakan untuk menganalisa permasalahan Industrial Engineering and Management, namun pada perkembangan selanjutnya, topik bahasannya meluas meliputi berbagai masalah sistem sosial, dan namanya disesuaikan menjadi Sistem Dinamis. Sistem Dinamis mencoba memandang permasalahan yang ada secara keseluruhan, berbeda

dengan ilmu pengetahuan lain yang berusaha menyelesaikan persoalan dengan cara memecah persoalan yang ada menjadi bagian yang lebih kecil lagi, begitu seterusnya.

Konsep pertama dari Sistem Dinamis adalah memahami bagaimana semua objek yang menyusun sebuah sistem dapat berinteraksi antara satu dengan yang lainnya. Sebuah sistem dapat berupa apa saja, dari sistem manufaktur yang kompleks hingga sistem akuntansi sebuah bank dan dapat juga berupa sebuah tim olahraga yang cukup sederhana. Perangkat dalam sistem baik manusia maupun objek – objek lainnya disebut sebagai variabel dalam sistem dan akan berinteraksi dalam bentuk sengkeli yang sifatnya umpan balik, dimana perubahan pada satu variabel asal akan menyebabkan perubahan pada variabel yang lainnya dan akan berbalik merubah variabel asal itu sendiri. Apa yang diusahakan oleh Sistem Dinamis adalah mencoba untuk memahami struktur dasar dalam sebuah sistem sehingga dari situ dapat dipahami pula karakteristik/perilaku dari sistem itu sendiri.

Salah satu kemudahan Sistem Dinamis adalah menganalisa sebuah sistem yang kompleks dan permasalahan yang ada didalamnya melalui sebuah model yang dapat dibangun dengan perangkat lunak dalam komputer. Sistem Dinamis dilatar belakangi oleh 3 disiplin ilmu, yaitu manajemen tradisional dari sistem sosial, teori umpan balik atau *cybernetics* dan simulasi komputer (Sushil, 1993).

Pada sebuah perancangan kebijakan, manajemen tradisional yang kekuatan utamanya terletak pada kekayaan informasi yang terkandung dalam suatu basis data masih cukup lemah bila digunakan dalam mengatasi suatu proses perancangan kebijakan pada proses yang kompleks. Pendekatan dinamika sistem yang didasari

oleh sistem umpan balik dan simulasi komputer mampu memodelkan kondisi non - linear dan sistem tertutup yang memiliki batasan rasional (*bounded rationality*). Metodologi ini menggunakan kekuatan informasi, pengalaman, dan penilaian yang dimiliki oleh manajemen tradisional. Oleh karenanya, metode ini dapat mengatasi keterbatasan pemikiran manusia dengan cara membuat strukturisasi informasi dan menampilkan konsekuensi yang mungkin terkaji melalui simulasi komputer. Dan pada akhirnya nanti metode pendekatan dinamika sistem ini dapat menghasilkan umpan balik berupa perilaku variabel – variabel dalam sistem yang diperlukan untuk melakukan suatu perancangan kebijakan.

Untuk menggunakan metode ini, sebelum dimulai langkah-langkah pemecahan masalah, ada dua hal yang perlu diperhatikan (M.Recsam A, 2005), yaitu :

1. Bahwa masalah yang dihadapi menunjukkan adanya tanda-tanda dinamik, yang berarti bahwa permasalahan tersebut berkenaan dengan suatu besaran yang berubah terhadap waktu yang dapat dituangkan ke dalam bentuk grafik dengan variabelnya yang berupa deret waktu.
2. Bahwa masalah yang dihadapi bisa digambarkan dalam bentuk hubungan umpan balik.

Faktor-faktor metode Sistem Dinamis yaitu konsep umpan balik informasi dari perilaku sistem, model matematik dari interaksi dinamik, dan komputer untuk melakukan simulasi akan memungkinkan kita untuk melakukan serangkaian

eksperimen terkontrol mengenai keadaan sistem di dalam sebuah “LABORATORIUM”, (Forester, 1961).

Kelebihan yang paling menonjol dari pendekatan *Sistem Dinamis* Hal ini dapat diterangkan sebagai berikut:

1. Sistem Dinamis mampu untuk memenuhi serangkaian syarat dari sistem dan permasalahan manajerial untuk membentuk framework pemodelan.
2. Sistem Dinamis mampu menggabungkan antara manajemen tradisional dengan ilmu manajemen untuk memperoleh informasi lebih banyak dan melakukan pendekatan keilmuan dan mengatasi permasalahan secara lebih efektif.
3. Sistem Dinamis menggunakan kekuatan fikir manusia dan mengatasi kelemahannya dengan membagi kerja antara manajer dan teknologi. Pembangkitan struktur input dilakukan oleh manajer sedang simulasi dilakukan oleh computer.
4. Sistem Dinamis menggunakan beberapa sumber informasi yang berbeda: mental, tertulis dan data numeris agar model lebih berisi dan representatif.
5. Model Sistem Dinamis dapat membuat feedback untuk para pengambil keputusan tentang mungkin tidaknya terjadi benturan dari serangkaian kebijaksanaan dengan mensimulasikan dan menganalisa perilaku sistem pada asumsi yang berbeda

Ciri utama Sistem Dinamis adalah adanya suatu *causal loop* , suatu siklus antar komponen yang saling mempengaruhi, dan siklus tersebut bersifat *closed loop*

(Gordon, Geoffrey, 1989) mendefinisikan sistem sebagai :

“ Suatu kumpulan atau gabungan dari objek yang masuk di dalam interaksi yang tetap ataupun yang berubah – ubah, dan ketika keadaan ini menjadi melebar dan memasukan sistem statistik ke dalamnya maka pada prinsipnya akan berubah menjadi *Sistem Dinamis* yang interaksinya akan berubah sepanjang waktu “.

Dari definisi di atas dapat kita lihat adanya kesamaan pengertian bahwa sistem terbentuk atas komponen – komponen yang berinteraksi dengan saling mempengaruhi untuk mencapai suatu tujuan tertentu.

Melakukan eksperimen langsung pada sistem nyata untuk memahami bagaimana perilakunya dalam berbagai kondisi adalah mungkin dilakukan. Persoalannya, kebanyakan sistem nyata itu terlalu kompleks sehingga biaya yang dikeluarkan menjadi mahal, inefisiensi waktu dan tidak praktis. Oleh karena itu diperlukan suatu model yang menampilkan persoalan sistem nyata, sehingga memungkinkan kita melakukan kajian, eksperimen, modifikasi, intervensi atau manipulasi yang pada sistem nyata tidak dapat dilakukan. Menurut Simatupang “ Kegunaan model bisa dipandang dari segi akademik dan manajerial. Model dari segi akademik berguna menjelaskan fenomena atau obyek-obyek. Di sini model berfungsi sebagai pengganti teori, namun bila teorinya sudah ada maka model dipakai sebagai konfirmasi atau koreksi terhadap teori tersebut. Model dari segi manajerial berfungsi sebagai alat mengambil keputusan, komunikasi, belajar dan memecahkan masalah”.

Model merupakan penggambaran dari keadaan yang sebenarnya dengan cara memperlihatkan bagian-bagian utamanya yang ingin ditonjolkan. Menurut Forester, model merupakan dasar dari penyelidikan eksperimental yang relatif murah dan hemat waktu dibandingkan jika mengadakan percobaan, pada sistem nyata.

Tujuan suatu model sistem dinamis adalah memahami, mengenal dan mempelajari bagaimana struktur, kebijakan mempengaruhi perilaku sistem. Model ini bukan hanya ditujukan untuk memberikan prediksi atau perkiraan, tetapi lebih ditujukan untuk memahami karakteristik maupun mekanisme internal yang terjadi di dalam sistem itu.

2.3 Kegunaan Model

Kegunaan model dalam penyelesaian suatu masalah, antara lain :

1. Dapat melakukan analisis dan percobaan dengan situasi yang kompleks, dimana keadaan ini tidak mungkin dilakukan pada sistem konkrit. Sebagai contoh sistem jalan raya yang ingin diketahui kelemahannya sehingga para pengguna jalan dapat meminimalisasi waktu perjalanannya, dengan menggunakan model yang representative maka peneliti tidak perlu melakukan uji coba perubahan pada jalan raya langsung yang malah bisa berakibat kemacetan yang tidak perlu. Percobaan dapat dilakukan pada model sehingga dapat menciptakan solusi yang baik.
2. Model sebagai alat untuk berkomunikasi, agar orang – orang dapat melihat sesuatu dengan bahasa yang sama. Sebagai contoh masalah

kependudukan dengan jelas dapat disampaikan dengan grafik perkembangan penduduk.

3. Model digunakan untuk melakukan prediksi atau ramalan masa yang akan datang. Sebagai contoh jumlah penduduk di masa yang akan datang dapat diprediksi sejak sekarang dengan bantuan sebuah model matematis.
4. Model digunakan untuk control dan pengendali. Sebagai contoh setelah membuat model dengan persamaan matematis akan jumlah penduduk yang akan datang, maka dapat diambil cara – cara atau langkah antisipasi untuk mengontrol keadaan yang akan datang ini.
5. Model berguna untuk simulasi. Sebagai contoh seseorang memodelkan segala aspek input atau output yang mempengaruhi kas daerah, sehingga dapat disimulasikan pendapatan daerah apabila ada perubahan pada sistem nyata dengan melakukan perubahan pada model simulasi itu sendiri.

Disamping kegunaan – kegunaan diatas, model juga memberikan keuntungan antara lain : Menghemat biaya, waktu, dan mengurangi kompleksitas masalah dan dengan model dapat memfokuskan perhatian pada elemen – elemen yang penting.

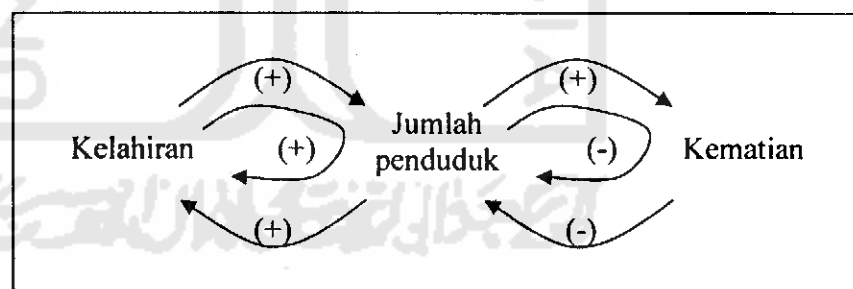
2.4 Bangun Model Sistem Dinamis

Sistem Dinamis memandang suatu masalah sebagai suatu hal yang memiliki dua sifat yaitu dinamis dan membentuk struktur umpan balik (*feedback loops*).

Diagram yang digunakan untuk merepresentasikan struktur umpan balik ini adalah diagram loop sebab akibat (*Causal Loop Diagram*). Kemudian diagram ini akan digunakan sebagai dasar penyusunan diagram alir (*flow diagram*). Dari diagram alir selanjutnya akan disusun persamaan dengan menggunakan paket software simulasi seperti Powersim Studio Enterprise 2005.

a. Diagram Sebab Akibat (*Causal Loop Diagram*)

Diagram ini menunjukkan arah aliran perubahan variabel dan polaritasnya. Polaritas aliran terbagi dua yaitu positif dan negatif. Disebut positif bila perubahan variabel pada awal aliran mengakibatkan berubahnya variabel pada akhir aliran dalam arah yang sama. Sebaliknya, polaritas negatif terjadi jika perubahan variabel pada awal aliran mengakibatkan berubahnya variabel pada akhir aliran dalam arah yang berlawanan.



Gambar 2.1 Contoh Causal Loop

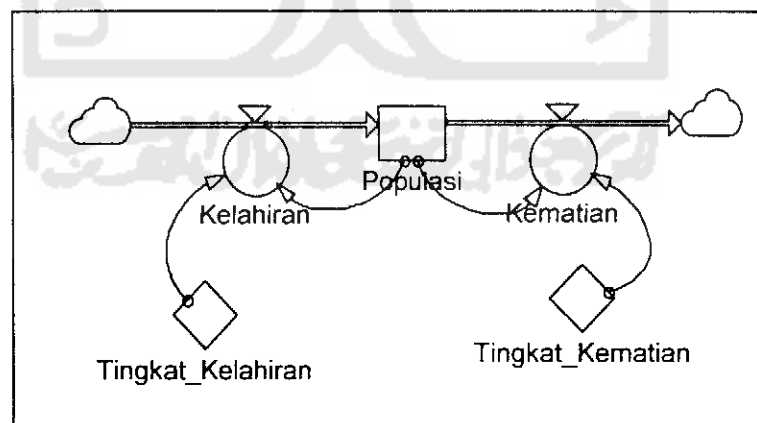
b. Diagram Alir (*Flow Diagram*)

Diagram alir menggambarkan hubungan antar variabel yang dibuat dalam diagram loop sebab akibat dengan jelas, dimana dipergunakan simbol –

simbol tertentu untuk variabel–variabelnya. Pada diagram alir dibedakan antara aliran fisik dan aliran informasinya.

Flow diagram mempunyai karakteristik sebagai berikut:

- Membedakan antara subsistem fisik dan subsistem informasi ;
- Membedakan antara tipe-tipe variabel seperti, level, rate dan auxiliary;
- Mempunyai korespondensi satu-satu dengan persamaan matematis ;
- Menunjukkan berbagai delay/penundaan dalam sistem ;
- Menunjukkan rata-rata/pemulusan dari variabel ;
- Menunjukkan secara jelas fungsi-fungsi khusus yang digunakan dalam rumus persamaan matematis ;
- Membedakan simbol yang digunakan dalam penggambaran tiap variabel yang berbeda.

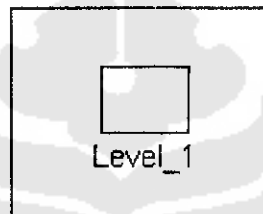


Gambar 2.2 Diagram Alir Untuk Sistem Populasi Sederhana (Powersim)

Variabel dalam diagram alir dapat diklasifikasikan sebagai berikut (User's Guide And Reference Manual Powersim, 2003):

1. Level (stock)

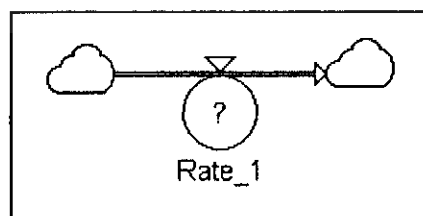
Variabel ini menunjukkan suatu kondisi sistem pada setiap saat. Variabel ini dinyatakan dengan sebuah besaran kuantitas terakumulasi sebagai akibat aktivitas aliran sepanjang waktu. Level akan dipengaruhi oleh Rate (flow).



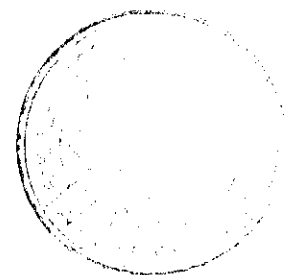
Gambar 2.3 Simbol Level (*stock*)

2. Rate (flow)

Tipe variabel yang akan mempengaruhi variabel level. Variabel ini menggambarkan suatu aktivitas, pergerakan (movement), dan aliran yang berkontribusi terhadap perubahan persatuan waktu dalam suatu level yang dinyatakan dalam suatu besaran laju perubahan.

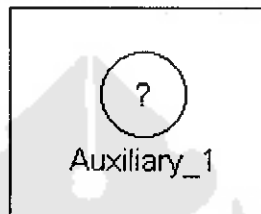


Gambar 2.4 Simbol Rate (*flow*)



3. Auxillary

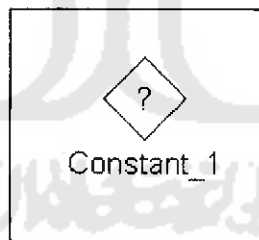
Tipe variabel yang mana memuat perhitungan dasar pada variabel lain. Ini merupakan variabel tambahan untuk menyederhanakan hubungan antara level dan rate. Variabel ini dinyatakan dalam persamaan matematik yang pada dasarnya merupakan bagian dari persamaan rate.



Gambar 2.5 Simbol *Auxillary*

4. Constant

Constant adalah tipe variabel yang memuat nilai tetap yang akan digunakan dalam perhitungan auxillary atau variabel flow.



Gambar 2.6 Simbol *Constant*

5. Link

Link merupakan media yang menghubungkan antara variabel satu dengan variabel yang lain. Link yang digunakan ada 3 macam yaitu :

- Aliran informasi

Memberikan informasi untuk variabel auxillary mengenai nilai variabel lain



- Aliran informasi yang terlambat

Digunakan hanya pada saat variabel auxillary memuat fungsi kelambatan tertentu



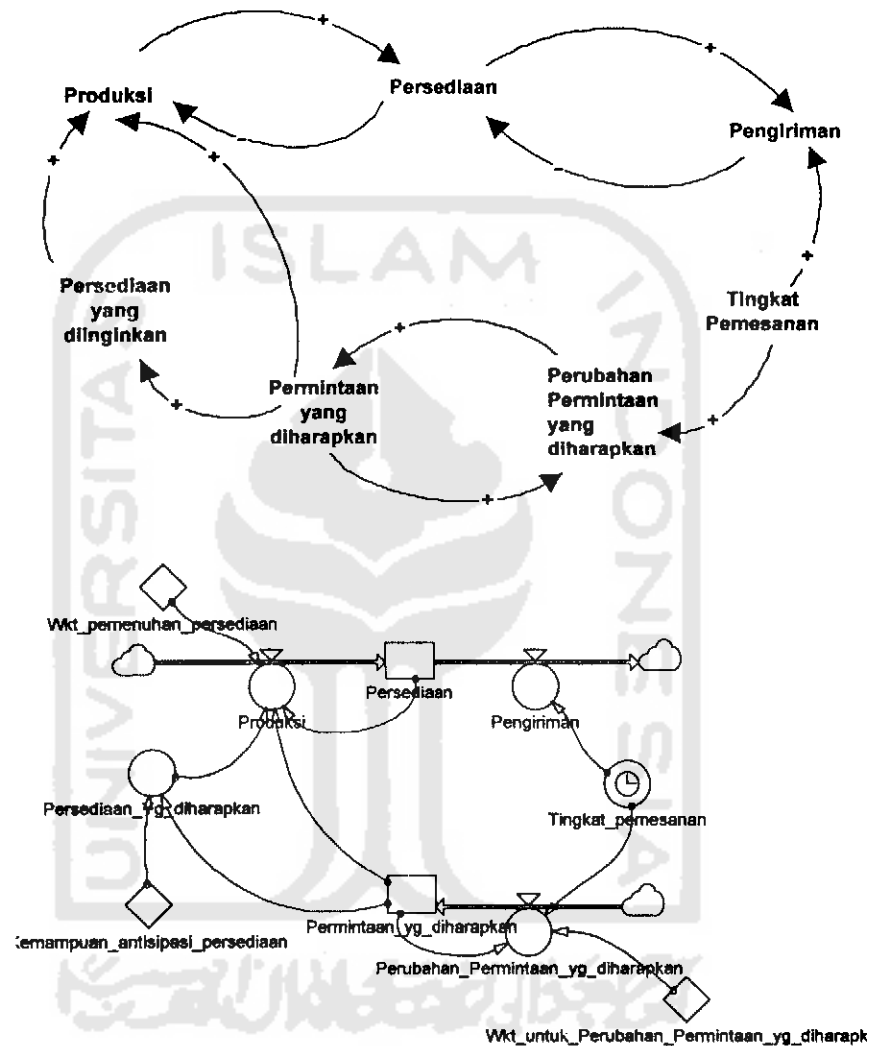
Level dan rate adalah 2 variabel utama dalam suatu pemodelan SD.

Beberapa contoh penggunaan level dan rate adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1 Contoh Penggunaan Level dan Rate

In Rate (menambah level)	Level	Out Rate (mengurangi level)
Kelahiran	Populasi Penduduk	Kematian
Pemasukan	Kas Organisasi	Pengeluaran
Penanaman	Jumlah Pohon di hutan	Penebangan
Pengembalian	Jml Buku di Perpustakaan	Peminjaman
Debit	Tabungan di bank	Kredit
Pendapatan Kotor	Profit	Biaya
Produksi	Inventory	Pengiriman

Berikut ini adalah contoh pembuatan flow diagram dari causal loop diagram :



Gambar 2.7 Contoh Pengembangan Causal Loop Diagram Ke Flow Diagram

2.5 Validitas Model Sistem Dinamis

Penilaian keabsahan model merupakan proses formal untuk meninjau seberapa besar tingkat kepercayaan yang dapat diberikan terhadap model tersebut.

Dalam sistem dinamik, keabsahan model dikaitkan dengan konsistensi dan kesesuaiannya dengan tujuan model. Secara formal juga terdapat berbagai pengujian keabsahan.

Dalam menilai validitas model, tujuan pembuatan model memegang peranan yang sangat penting. Suatu model dikatakan baik jika ia berhasil mencapai tujuan yang ingin dicapainya. Maka pernyataan mengenai tujuan model selain untuk memusatkan arah penelitian juga berguna sekali dalam menilai validitas model. Berbeda dengan statistika, dalam sistem dinamik penilaian validitas model bukan merupakan proses sekali jalan, melainkan suatu rangkaian terus menerus dalam iterasi rangkaian kegiatan pembuatan model.

Dalam sistem dinamik, masalah validitas diarahkan untuk menjawab pertanyaan berikut :

- Apakah model sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai dan sesuai dengan masalah yang ingin diteliti ?
- Apakah model konsisten dengan kenyataan sistemnya ?

Perkataan “valid” mencerminkan suatu keabsolutan mengenai kebenaran, padahal kebenaran pada semua ilmu hanyalah bersifat relatif, sehingga lebih baik yang dipermasalahkan adalah konsistensi dan kesesuaian.

Untuk mendapatkan model yang konsisten dan sekaligus sesuai tentunya harus dilakukan konsensus antara keduanya. Dalam hal ini subjektivitas pembuat

model berpengaruh. Kesesuaian dan konsistensi model mempunyai kaitan yang erat dengan kegunaan dan efektifitas. Untuk meneliti keadaan ini kita dapat melakukan beberapa jenis pengujian.

Prinsip pokok pengujian adalah membandingkan apakah kebijaksanaan yang diterapkan pada sistem nyata konsisten dengan hasil yang diramalkan oleh model. Walaupun pada analisis akhir banyak unsur subjektifitas pembuat model yang berpengaruh, tetapi terdapat serangkaian cara pengujian objektif untuk model sistem dinamik.

Fokus pengujian ini adalah terhadap struktur, perilaku, dan implikasi kebijaksanaan. Pengujian struktur model adalah pengujian asumsi model dibandingkan dengan pengetahuan yang ada tentang sistem nyata. Selanjutnya pengujian implikasi kebijaksanaan.

2.6 Kelebihan dan Kekurangan Pendekatan Sistem Dinamis

Sebagaimana layaknya sebuah metodologi, maka Model Simulasi Sistem Dinamis pun memiliki sejumlah kelebihan dan kekurangan. Berikut dibawah ini discbutkan beberapa kelebihan dan kekurangan yang dimiliki oleh Metode Sistem Dinamis :

a. Kelebihan Metode Sistem Dinamis

- Sistem Dinamis memiliki kemampuan yang sangat baik dalam menerangkan perilaku dan karakteristik sistem yang diamati.
- Karena berorientasi pada mekanisme internal, maka akan sangat mudah digunakan oleh para pengambil keputusan untuk menganalisis kebijakan yang dibuatnya.
- Sistem Dinamis dapat menerangkan hubungan kausal dan konsekuensi dari perubahan keadaan setiap variabelnya dengan baik.
- Dengan konsep Simulasi yang dimilikinya, maka Sistem Dinamis memiliki fleksibilitas dalam aplikasinya, serta tidak mengganggu sistem riil yang diamati.
- Sistem Dinamis sangat baik untuk memodelkan sistem – sistem sosial dan manajerial yang membutuhkan pengelolaan akan data yang banyak secara baik serta memiliki hubungan yang non linier dari setiap variabelnya.

b. Kekurangan Metode Sistem Dinamis

- Sistem Dinamis adalah alat deskripsi sistem, dan bukan alat untuk menyelesaikan masalah, sehingga diperlukan alat – alat penyelesaian lain guna mendesain alternatif pengembangan sistem yang diamati.
- Sistem Dinamis memiliki karakteristik yang sangat subjektif, sehingga pengetahuan pemodel akan sistem yang diamati sangat menentukan akan validitas model yang dibuat.

- Model yang kompleks membutuhkan skill dan pengetahuan khusus untuk memahaminya.

2.7 Simulasi

Simulasi merupakan alat analisis numeris terhadap model untuk melihat sejauh mana input mempengaruhi pengukuran output atas performansi sistem. Pemahaman yang utama adalah bahwa simulasi bukan merupakan alat optimasi yang memberi suatu keputusan hasil namun hanya merupakan alat pendukung keputusan (*decision support system*) dengan demikian interpretasi hasil sangat tergantung kepada si pemodel.

Dalam melakukan studi sistem bahwa sebenarnya simulasi merupakan turunan 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 variabel-variabel dalam sistem berubah seketika itu juga pada poin waktu terpisah. Sedangkan Sistem kontinyu mempunyai arti jika keadaan variabel-variabel dalam sistem berubah secara terus menerus (kontinyu) mengikuti jalannya waktu.

Dari penjelasan diatas dapat diambil suatu konklusi bahwa simulasi pada dasarnya merupakan suatu model dari suatu keadaan, dimana dalam model tersebut elemen-elemen dari keadaan direpresentasikan dengan serangkaian proses aritmatika

dan logika yang dapat dijalankan dengan bantuan komputer untuk meramalkan sifat-sifat dinamis dari keadaan itu.

Model-model simulasi dapat dibuat untuk hampir semua keadaan asalkan si pembuat model mampu mengidentifikasi hubungan yang terjadi antar variabel-variabelnya. Meskipun suatu model simulasi secara penting tidak dapat dikatakan valid, tetapi minimal dengan simulasi suatu model dapat disajikan secara tertulis, konsekuensi-konsekuensinya dapat dipelajari, dan hasilnya dapat dikomunikasikan kepada orang lain.

2.8 Kependudukan

Dalam pelaksanaan pembangunan, penduduk memegang peran yang saling bertolak belakang. Pertama, peran sebagai subjek pembangunan yang berarti pelaksana pembangunan. Kedua, peran sebagai objek pembangunan yang justru menjadi sasaran pembangunan.

Jumlah penduduk yang besar bisa berarti modal pembangunan jika dilihat dari sudut pandang penduduk sebagai subjek pembangunan. Akan tetapi bisa menjadi beban bila dipandang sebagai objek pembangunan. Sedangkan pengertian penduduk adalah orang yang berdomisili di wilayah geografis di suatu wilayah selama enam bulan atau lebih, atau mereka yang berdomisili kurang dari enam bulan tetapi berniat untuk menetap.

Sebagai objek pembangunan, penduduk harus ditingkatkan kesejahteraannya. Upaya pensejahteraan penduduk ini sudah tentu mencakup berbagai aspek seperti ekonomi, sosial, politik, dan budaya. Tentunya setiap wilayah memiliki karakteristik yang berbeda – beda dalam masalah kependudukan.

2.8.1 Dinamika Penduduk

Dinamika penduduk adalah perubahan penduduk baik pengurangan maupun penambahan. Faktor yang mempengaruhi dinamika penduduk adalah kelahiran (fertilitas), kematian (mortalitas), dan perpindahan (migrasi). Kelahiran dan kematian bisa juga disebut faktor perubahan alamiah, sedangkan perpindahan disebut faktor perubahan sosial.

2.8.1.1 Kelahiran

Salah satu indikator fertilitas adalah umur perkawinan pertama wanita. Asumsi yang digunakan adalah melihat umur perkawinan pertama sebagai indikator fertilitas adalah bahwa semakin muda umur perkawinan, semakin panjang rentang masa subur sehingga anak yang mungkin dilahirkan pun semakin banyak.

Indikator fertilitas lainnya adalah rata – rata anak lahir hidup dan anak masih hidup. Dan indikator yang lahir adalah angka kelahiran menurut umur ibu.

2.8.1.2 Kematian

Kematian sebagai faktor perubahan almah selain sebagai penjelasan tentang dinamika penduduk juga memberikan gambaran tentang perubahan derajat kesehatan penduduk secara umum. Indikator mortlitas adalah angka harapan hidup. Penurunan angka mortlitas dapat dilihat dari naiknya angka harapan hidup.

2.8.1.3 Migrasi

Faktor migrasi atau perpindahan penduduk adalah faktor perubahan sosial dalam hubungannya dengan dinamika penduduk. Migrasi merujuk pada perpindahan penduduk yang bersifat permanen dalam arti merubah status tempat tinggal migran. Indikator yang digunakan adalah migrasi selama hidup dan migrasi risen.

Pengertian migrasi selama hidup adalah apabila migran pada saat pencacahan bertempat tinggal dalam daerah yang berbeda dengan daerah kelahirannya. Sedangkan migrasi risen adalah mereka yang lima tahun sebelum pencacahan bertempat tinggal di daerah yang berbeda dengan tempat tinggal sekarang.