

**PERANCANGAN MODEL *INVENTORY*  
PADA SISTEM LOGISTIK DESENTRALISASI OBAT ARV  
BERDASARKAN MODEL EPIDEMI PENYAKIT HIV/AIDS  
DENGAN PENDEKATAN SISTEM DINAMIS**

**TESIS**

Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Magister

**ARIEF SUDRAJAT  
0806 422 372**



**UNIVERSITAS INDONESIA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
SALEMBA  
JUNI 2010**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Arief Sudrajat

NPM : 0806 422 372

Tanda Tangan :

Tanggal : 26 Juni 2010

## HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh

Nama : Arief Sudrajat  
NPM : 0806 422 372  
Program Studi : Teknik Industri  
Judul Tesis : Perancangan Model *Inventory*  
Pada Sistem Logistik Desentralisasi Obat ARV  
Berdasarkan Model Epidemi Penyakit HIV/AIDS  
Dengan Pendekatan Sistem Dinamis

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Prof.DR.Ir.T.Yuri M.Zagloel, M.EngSc ( )  
Pembimbing : Ir. Boy Nurtjahyo M., MSIE ( )  
Penguji : Ir. Akhmad Hidayatno, MBT ( )  
Penguji : Ir. Fauzia Dianawati, MSi ( )

Ditetapkan di : Depok  
Tanggal : 1 Juli 2010

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadapan Allah Swt karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik Jurusan Teknik Industri pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tesis ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu saya mengucapkan terimakasih kepada:

- (1) Bapak Prof.DR.Ir.T.Yuri M.Zagloel, M.EngSc dan Bapak Ir. Boy Nurtjahyo M.,MSIE selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan tesis ini
  - (2) Subdit AIDS & PMS Kementrian Kesehatan dan Clinton Foundation Indonesia yang telah memberikan waktu dan kesempatan bagi saya untuk menyelesaikan tesis ini.
  - (3) Orang tua, istri tersayang (Nita Nidiya) , dan anak-anakku (Rafa Farhanditya dan Raisya ) yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral.
  - (4) Dinas Kesehatan Propinsi Jawa Timur Seksi P2 (Bapak Ahmad Maburr,Mkes dan Bapak Ansarul Farudda,Mkes) yang telah membantu implementasi pilot project desentralisasi di Propinsi Jawa Timur.
  - (5) Teman-teman S2 Salemba 2008 yang telah memberikan bantuan semangat untuk bisa lulus bersama-sama di tahun ini
  - (6) Sahabat yang sudah banyak membantu saya dalam menyelesaikan tesis ini
- Akhir kata saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 26 Juni 2010

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

---

Sebagai civitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arief Sudrajat  
NPM : 0806 422 372  
Program Studi : Teknik Industri  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Tesis

demikian demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non-exclusive Royalty-free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul

**PERANCANGAN MODEL *INVENTORY* PADA SISTEM LOGISTIK  
DESENTRALISASI OBAT ARV BERDASARKAN MODEL EPIDEMI  
PENYAKIT HIV/AIDS DENGAN PENDEKATAN SISTEM DINAMIS**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta  
Pada tanggal : 26 Juni 2010

Yang menyatakan

( Arief Sudrajat )

## ABSTRAK

Nama : Arief Sudrajat  
Program Studi : Teknik Industri  
Judul : Perancangan Model Inventory  
Sistem Logistik Desentralisasi Obat ARV  
Berdasarkan Model Epidemi Penyakit HIV/ AIDS  
Dengan Pendekatan Sistem Dinamis

Obat ARV adalah obat yang digunakan untuk menghambat perkembangan virus HIV dan memperpanjang harapan hidup ODHA (*Orang Dengan HIV/AIDS*). Kompleksitas *demand* obat ARV sangat dipengaruhi oleh pola penularan penyakit HIV/AIDS, tuntutan pengobatan seumur hidup, dampak program jangkauan pelayanan ART dan tingkat kepatuhan pasien. Oleh karena itu diperlukan suatu perancangan model inventory yang menjamin *service level* di rumah sakit yang tinggi. Tesis ini membahas mengenai cara perancangan model *inventory* sistem logistik desentralisasi obat ARV berdasarkan model epidemi penyakit HIV/AIDS dengan pendekatan sistem dinamis. Penggunaan sistem dinamis dapat menunjukkan keterkaitan hubungan antara model epidemi penyakit HIV/AIDS dengan model inventory. Hasil perancangan model kemudian diverifikasi dan divalidasi dengan serangkaian pengujian. Struktur perilaku dari model yang dihasilkan menunjukkan perilaku yang sama dengan keadaan yang sebenarnya. Hasil dari analisa kebijakan inventory untuk sistem logistik desentralisasi dengan sistem dinamis menunjukkan bahwa kebijakan buffer inventory di rumah sakit sebesar 2.5 bulan, gudang propinsi 4 bulan dan gudang pusat 15 bulan tetap menghasilkan *service level* 100% dan *inventory cost* yang minimal

Kata Kunci :

Perancangan model *inventory*, HIV AIDS, Sistem Logistik Desentralisasi, Obat ARV, Sistem Dinamis

## ABSTRACT

Name : Arief Sudrajat  
Study Program: Industrial Engineering  
Title : Inventory Model Design  
ARV Drugs Decentralization Logistics System  
Based on HIV/AIDS Epidemic Model  
Using Dynamic System Approach

ARV Drugs are drugs used to hinder the development of HIV virus and prolong life expectancy of People Living with HIV/AIDS (ODHA/*Orang Dengan HIV/AIDS*). The demand complexity of ARV drugs is largely influenced by infection pattern of HIV/AIDS disease, requirement of lifetime treatment, impact of ART outreach program and patient adherence level. There is a need for an inventory model design that guarantees high *service level* at hospitals. This thesis explains about *inventory* model design of ARV drugs decentralization logistics system based on HIV/AIDS epidemic model with dynamic system approach. The use of dynamic approach can show relationship between HIV/AIDS epidemic model and inventory model. The result of model design is then verified and validated with a series of testing. Behavioral structure of the result model shows the same behavior occurring in real situation. The result of inventory policy analysis for decentralization logistics system with dynamic system shows that inventory buffer policy at hospitals for 2,5 months, provincial warehouse for 4 months and central warehouse for 15 months still results in 100% *service level* and minimum inventory cost.

Keywords:

*Inventory* model design, HIV AIDS, Decentralization Logistics System, ARV Drug, Dynamic System

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	v
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GRAFIK.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Diagram Keterkaitan Masalah .....	5
1.3 Perumusan Masalah .....	6
1.4 Tujuan Penelitian .....	8
1.5 Batasan Masalah .....	8
1.6 Manfaat Penelitian .....	9
1.7 Metodologi Penelitian .....	9
1.8 Sistematika Penulisan .....	11
BAB 2 DASAR TEORI .....	12
2.1 Pemodelan Inventory .....	12
2.1.1 Inventory dan Pengadaan .....	12
2.1.2 Inventory dan Perencanaan Produksi .....	11
2.1.3 Inventory dalam Supply Chain .....	15
2.1.4 Inventory dan Permintaan .....	15
2.2 Pemodelan Epidemi HIV AIDS .....	17
2.2.1 Metode Statistik .....	17
2.2.2 Metode Ekstrapolasi .....	17
2.2.3 Metode Perhitungan Mundur .....	18
2.2.4 Model Matematika .....	19
2.2.5 Model Sistem Dinamis .....	19
2.3 Pengobatan HIV AIDS .....	22
2.3.1 Mulai Pengobatan ARV .....	24
2.3.2 Rekomendasi WHO .....	24
2.4 Kompleksitas Supply Chain HIV AIDS .....	24
2.4.1 Pendanaan .....	25
2.4.2 Penyusutan Umur Obat (shrinkage) .....	25
2.4.3 Sumberdaya Manusia .....	25
2.4.4 Tingkah Laku Pasien .....	26



2.5	Lingkup Supply Chain Managemen dalam Pengendalian HIV AIDS	26
2.5.1	Pengadaan	26
2.5.2	Distribusi	26
2.5.3	Kebijakan Inventory	27
2.6	Metodologi Sistem Dinamis	27
<b>BAB 3 PENGUMPULAN DATA DAN PERANCANGAN MODEL</b>		
	<b>INVENTORY</b>	<b>30</b>
3.1	Sistem Logistik Sentralisasi dan Desentralisasi	30
3.1.1	Implementasi Sistem Logistik Desentralisasi Obat ARV	32
3.1.2	Indikator Evaluasi Performance Desentralisasi	32
3.1.3	Evaluasi Implementasi Sistem Logistik Desentralisasi	33
3.2	Karakteristik HIV AIDS di Propinsi Jawa Timur	36
3.2.1	Pola Penularan HIV AIDS	39
3.2.2	Proses HIV menjadi AIDS	39
3.2.3	Test HIV	41
3.2.4	Pengobatan HIV/AIDS Dengan ARV	42
3.2.5	Faktor Penularan HIV AIDS di Propinsi Jawa Timur	42
3.2.6	Konseptualisasi Model	42
3.3	Perancangan Model Epidemii HIV AIDS	43
3.3.1	Jangka Waktu Pemodelan	44
3.3.2	Referensi Mode	44
3.3.3	Hipotesis Dinamis	45
3.4	Proses Perancangan Model Epidemii Penyakit HIV AIDS	46
3.4.1	Model 1	46
3.4.1.1	Struktur Prilaku Model 1	50
3.4.2	Model 2	51
3.4.2.1	Struktur Prilaku Model 2	53
3.4.3	Model 3	54
3.4.3.1	Struktur Prilaku Model 3	56
3.4.4	Model 4	57
3.4.4.1	Struktur Prilaku Model 4	61
3.4.5	Model 5	62
3.4.5.1	Struktur Prilaku Model 5	67
3.4.6	Model 6	67
3.4.7	Model 7	71
3.4.8	Model 8	73
3.4.8.1	Struktur Prilaku Model 8	75
3.5	Model Kebutuhan ARV	76
3.5.1	Struktur Prilaku Model Kebutuhan ARV	79
3.6	Model Inventory	80
3.6.1	Struktur Prilaku Model Inventory	87
<b>BAB 4 VERIFIKASI DAN VALIDASI MODEL</b>		
4.1	Verifikasi Model	91
4.1.1	Pengujian Pengkodeaan Model	91
4.1.2	Analisa Dimensi	92

4.1.3 Numerical Method Dependent Error .....	93
4.1.4 Model Dependent Error .....	93
4.2 Validasi Model .....	93
4.2.1 Direct Structure Test .....	93
4.2.1.1 Direct Extreme Condition .....	93
4.2.1.2 Boundary Adequacy .....	95
4.2.1.3 Uji konfirmasi Dan Parameter Struktur Empiris .....	96
4.2.1.4 Face Validity .....	96
4.2.2 Test Orientasi Prilaku Struktur .....	96
4.2.2.1 Test Extreme Condition .....	96
4.2.2.2 Analisa Sensitivitas .....	97
4.2.2.2.1 Sensitivitas Numerik .....	98
4.2.2.2.2 Sensitivitas Prilaku .....	100
4.2.2.2.3 Sensitivitas Policy .....	101
4.2.2.3 Test Struktur Prilaku .....	
4.2.2.3.1 Memotong Reinforcing Loop .....	102
4.3 Analisa Kebijakan .....	104
4.3.1 Analisa Program Penanggulangan HIV AIDS .....	104
4.3.2 Analisa Kebijakan Inventory .....	106
 BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	 108
5.1 Kesimpulan .....	108
5.2 SARAN .....	109
 DAFTAR PUSTAKA .....	 110
 LAMPIRAN .....	 114

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Diagram Keterkaitan Masalah .....	5
Gambar 1.2	Diagram Alir Metodologi Penelitian .....	10
Gambar 3.1	Alur Penyakit HIV ke AIDS .....	41
Gambar 3.2	Diagram alir test HIV .....	41
Gambar 3.3	Diagram Konseptualisasi perancangan model .....	43
Gambar 3.4	Causal Loop Diagram, dari Proses HIV Menjadi AIDS .....	45
Gambar 3.5	Causal Loop Diagram model 1 .....	49
Gambar 3.6	Stock and Flow Diagram Model 1 .....	49
Gambar 3.7	Causal Loop Diagram Model 2 .....	52
Gambar 3.8	Stock and Flow Diagram Model 2 .....	52
Gambar 3.9	Causal Loop Diagram Model 3 .....	55
Gambar 3.10	Stock and Flow Diagram Model 3 .....	56
Gambar 3.11	Causal Loop Diagram submodel populasi umum .....	60
Gambar 3.12	Stock and Flow Diagram submodel populasi umum .....	60
Gambar 3.13	Stock and Flow Diagram Model 4 .....	61
Gambar 3.14	Causal Loop Diagram submodel penularan anak HIV+ .....	64
Gambar 3.15	Stock and Flow Diagram submodel penularan anak HIV+ .....	64
Gambar 3.16	Stock and Flow Diagram submodel populasi dengan penambahan submodel anak HIV+ .....	66
Gambar 3.17	Stock and Flow Diagram Model 5 .....	66
Gambar 3.18	Causal Loop Diagram submodel IDU .....	68
Gambar 3.19	Stock and Flow Diagram IDU .....	69
Gambar 3.20	Stock and Flow Diagram submodel populasi setelah penambahan laju meninggal .....	69
Gambar 3.21	Stock and Flow Diagram model 6 .....	70
Gambar 3.22	Stock and Flow Diagram model 6 setelah penambahan laju meninggal HIV+ tanpa AIDS .....	71
Gambar 3.23	Stock and Flow Diagram submodel IDU akibat penambahan laju meninggal HIV+ tanpa AIDS .....	72
Gambar 3.24	Stock and Flow Diagram submodel populasi setelah penambahan laju meninggal HIV+ tanpa AIDS .....	72
Gambar 3.25	Stock and Flow Diagram submodel anak HIV+ setelah penambahan laju meninggal HIV+ tanpa AIDS .....	74
Gambar 3.26	Stock and Flow Diagram submodel IDU setelah penambahan pengaruh pengobatan ARV .....	74
Gambar 3.27	Stock and Flow Diagram model 7 setelah penambahan pengaruh pengobatan ARV .....	75
Gambar 3.28	Causal Loop Diagram Model kebutuhan ARV .....	78
Gambar 3.29	Stock and Flow Diagram Model Kebutuhan ARV .....	79
Gambar 3.30	Causal Loop Diagram model inventory .....	82
Gambar 3.31	Stock and Flow Diagram Model inventory .....	86
Gambar 4.1	Pengujian Pengkodean Model .....	92

Gambar 4.2 Test perilaku struktur pemotongan reinforcing loop populasi HIV+ .....	102
Gambar 4.3 Test perilaku struktur pemotongan reinforcing loop inventory di rumah sakit.....	103



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Indikator Evaluasi Performance Desentralisasi .....	33
Tabel 3.2	Indikator perilaku seksual di Propinsi Jawa Timur .....	47
Tabel 3.3	Variabel Model 1 .....	48
Tabel 3.4	Populasi HIV+ Model 1 .....	50
Tabel 3.5	Variabel Model 2 .....	51
Tabel 3.6	Variabel model 2 populasi HIV+ dan populasi AIDS model 2 ...	53
Tabel 3.7	Variabel model 3 : penambahan variabel dari model 2.....	55
Tabel 3.8	Populasi HIV+ Model 3 .....	57
Tabel 3.9	Variabel submodel populasi umum .....	59
Tabel 3.10	Populasi HIV+ dan Populasi AIDS Model 4 .....	62
Tabel 3.11	Variabel Populasi HIV+ submodel anak HIV+ .....	63
Tabel 3.12	Populasi HIV+ submodel anak HIV+ .....	65
Tabel 3.13	Variabel submodel faktor penularan IDU .....	68
Tabel 3.14	Variabel model kebutuhan obat ARV .....	78
Tabel 3.15	Variabel model inventory di rumah sakit .....	83
Tabel 3.16	Variabel model inventory di gudang propinsi.....	84
Tabel 3.17	Variabel model inventory di gudang pusat .....	85

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 3.1	Evaluasi indikator <i>timeliness</i> rumah sakit .....	34
Grafik 3.2	Evaluasi indikator <i>accuracy</i> di rumah sakit .....	35
Grafik 3.3	Evaluasi indikator manajemen <i>inventory</i> di rumah sakit .....	35
Grafik 3.4	Evaluasi indikator <i>delivery</i> di rumah sakit .....	36
Grafik 3.5	Jumlah kasus AIDS berdasarkan faktor penularan per Desember 2009 .....	37
Grafik 3.6	Jumlah kasus AIDS dan meninggal per tahun (periode 1989-2009).....	37
Grafik 3.7	Akumulasi jumlah kasus AIDS berdasarkan Jenis Kelamin di Propinsi Jawa Timur per Desember 2009 .....	38
Grafik 3.8	Jumlah kasus AIDS berdasarkan kelompok umur di Propinsi Jawa Timur per Desember 2009 .....	38
Grafik 3.9	Estimasi pemodelan AEM SPEKTRUM Propinsi Jawa Timur ...	44
Grafik 3.10	Perbandingan populasi HIV+ model 1 dan referensi mode .....	51
Grafik 3.11	Perbandingan populasi HIV+ AIDS model 2 dengan referensi mode .....	54
Grafik 3.12	Perbandingan populasi HIV+ AIDS model 3 dengan referensi mode.....	56
Grafik 3.13	Perbandingan populasi HIV+ AIDS model 4 dengan referensi mode .....	61
Grafik 3.14	Perbandingan populasi HIV+ AIDS model 5 dengan referensi mode .....	67
Grafik 3.15	Perbandingan populasi HIV+ AIDS model 6 dengan referensi mode .....	70
Grafik 3.16	Perbandingan populasi HIV+ AIDS model 7 dengan referensi mode .....	73
Grafik 3.17	Perbandingan populasi HIV+ AIDS model 8 dengan referensi mode.....	76
Grafik 3.18	Populasi yang menggunakan ARV pada model kebutuhan ARV (2004-2009).....	80
Grafik 3.19	Struktur perilaku variabel pemberian obat di rumah sakit .....	87
Grafik 3.20	Struktur perilaku <i>inventory</i> di gudang pusat.....	87
Grafik 3.21	struktur perilaku <i>inventory</i> di gudang propinsi.....	88
Grafik 3.22	struktur perilaku <i>inventory</i> di rumah sakit .....	88
Grafik 3.23	struktur perilaku <i>supply</i> dan <i>demand</i> di rumah sakit .....	89
Grafik 3.24	<i>service level</i> di rumah sakit.....	89
Grafik 3.25	struktur perilaku <i>inventory cost model inventory</i> .....	90
Grafik 4.1	Test Kondisi Extreme jumlah awal populasi rentan = 0 .....	94
Grafik 4.2	Test Kondisi Extreme jumlah awal populasi HIV+ = 0.....	94
Grafik 4.3	Test Kondisi Extreme Jumlah kontak seksual menjadi 0 terhadap populasi HIV+.....	95

Grafik 4.4	Test Kondisi Extreme Jumlah kontak sexual menjadi 0 terhadap populasi AIDS .....	95
Grafik 4.5	Test Kondisi Extreme orientasi prilaku struktur model 1 .....	97
Grafik 4.6	sensitivitas populasi HIV AIDS terhadap perubahan jumlah kontak sexual beresiko .....	98
Grafik 4.7	sensitivitas populasi HIV AIDS terhadap perubahan tingkat infectivity .....	99
Grafik 4.8	sensitivitas service level rumah sakit terhadap perubahan inventory buffer rumah sakit .....	99
Grafik 4.9	sensitivitas prilaku inventory di gudang propinsi terhadap perubahan QO .....	100
Grafik 4.10	sensitivitas policy service level akibat perubahan periode pengisian gudang propinsi .....	101
Grafik 4.11	sensitivitas policy supply dan demand akibat perubahan periode pengisian gudang propinsi .....	101
Grafik 4.12	perilaku struktur populasi HIV+ akibat pemotongan reinforcing loop .....	102
Grafik 4.13	perilaku struktur inventory rs akibat pemotongan reinforcing loop .....	103
Grafik 4.14	Dampak kebijakan penanggulangan HIV AIDS terhadap populasi HIV/AIDS .....	105
Grafik 4.15	Service level di rumah sakit dengan perubahan kebijakan buffer inventory .....	106
Grafik 4.16	Struktur pemberian obat setelah perubahan buffer inventory .....	107
Grafik 4.17	Struktur Prilaku inventory cost setelah perubahan buffer inventory .....	107