

3100097008367

**PENENTUAN JUMLAH PERSEDIAAN KOMPONEN DARAH
DI UNIT TRANSFUSI DARAH PMI SURABAYA
DENGAN METODE SIMULASI**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Menyelesaikan
Studi Strata Satu dan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Industri*



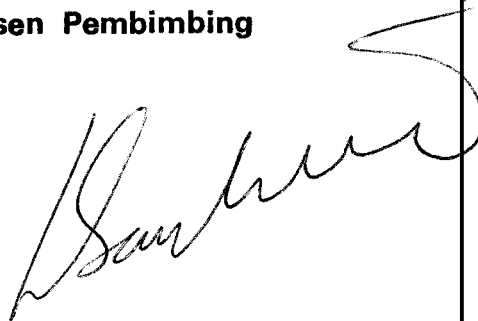
RSI
658.403 52
Suh
P-1
1996

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	02 APR 1996
Terima Oleh	17
No. Agenda Exp.	6159

Disusun oleh :
CHOIRUS SUHADA
NRP. 2902500230

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1996**

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing



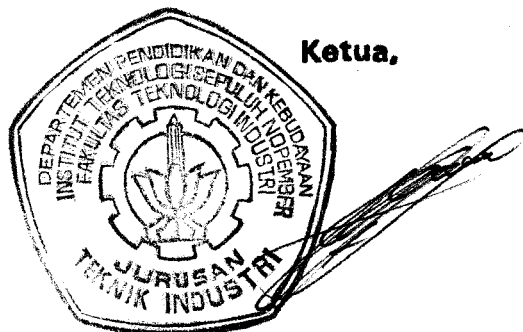
Dr. Ir. BUDISANTOSO W., M. Eng.

NIP. 130 781 345

Mengetahui,

Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
S u r a b a y a

Ketua,



Ir. PATDONO SOEWIGNJO, M.Eng.Sc.

NIP. 131 570 365

NILAI AKHIR SIDANG SARJANA TEKNIK INDUSTRI - ITS

Nama : Choirus Suhada

Nrp. : 2902500230

Komponen :

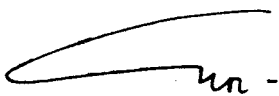
Komponen / Aspek (1)	Bobot (persen) (2)	Nilai Perolehan (3)	Nilai Angka (2) x (3)
1. Seminar (dari Seminar TA)	15	74.05	11.11
2. Sidang (dari Sidang Sarjana)	45	79,5	35,775
3. Tugas Akhir (khusus diberikan oleh Dosen Pembimbing)	40	86	34,4
Jumlah	100		81,285

Nilai Huruf : A B C D E

Skala Nilai :

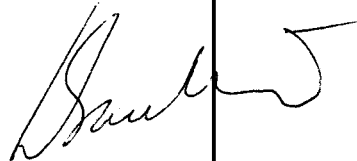
A = 81 - 100 B = 66 - 80 C = 56 - 65 D = 41 - 55 E = 0 - 40

Surabaya, 12.12.3.....1996



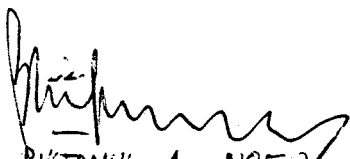

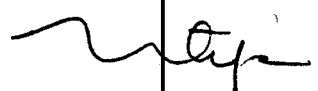
Choirus Suhada

Mahasiswa ybs.



Dr. Ir. Budisantoso W., MEng.

Dosen Pembimbing

 <u>BUSTANUL A. NOER</u> Dosen Penguji I	 <u>EKO NURMIANTO</u> Dosen Penguji II	 <u>LANTIP TRICUNARNO</u> Dosen Penguji III
---	---	---

*Bukankah Kami telah melafangkan dadamu (Muhammad),
dan Kami meringankan bebanmu yang berat,
yang memberatkan punggungmu.*

Dan Kami tinggikan namamu.

*Maka sesungguhnya beserta kesukaran ada kemudahan,
sesungguhnya beserta kesukaran ada kemudahan.*

*Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), maka kerjakantlah (urusan yang
lain) dengan sungguh-sungguh,
dan hanya kepada Tuhanmu hendaklah engkau berharap.*

Q. S. Al Insyirah (Kelempangan) 1 - 8

*Kupersembahkan untuk
Agamaku,
Ayah dan Ibuku,
Kakak-kakak serta Adikku tercinta*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah S.W.T, atas segala nikmat dan karunia-Nya sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan. Karya ini dibuat sebagai persyaratan menyelesaikan studi strata satu di Teknik Industri ITS.

Tanpa mengurangi rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis secara khusus mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Budi Santoso, M Eng., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu dan pikirannya kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini,
2. Bapak Ir. Patdono Suwignjo M. Eng. Sc., selaku dosen wali dan ketua Jurusan Teknik Industri ITS,
3. Bapak dr. Rokip Abdul Chalim selaku Kepala Unit Transfusi Darah PMI Surabaya,
4. Ayah, ibu dan nenekku tercinta di rumah atas segala do'a restu dan nasehatnya,
5. Bapak Ir. I Nyoman Pujawan, atas bantuan konsultasinya,
6. Bapak-bapak dosen dan staf pengajar Jurusan Teknik Industri yang telah memberikan ilmunya kepada kami,
7. The Dream Team (Cucuk, Dadi, Eko L),
8. Hari K si pengobar semangat asia 'en Edy W si selera warisan,
9. Mboel, Wid, Sri, dan Sitta atas pinjaman kode akses 008 di Lab. PASTI
10. Dwi 'en Imron di Lab. PASTI,

11. Dan pihak-pihak lain yang membantu kelancaran penulis untuk menyelesaikan tugas akhir yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu.

Kami berharap tugas akhir ini bisa memberikan manfaat bagi yang membacanya, dan mengingat keterbatasan kami maka tidak menutup kemungkinan terjadi beberapa kekurangan, untuk itulah kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan.

September, 1995

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
ABSTRAKSI.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. LATAR BELAKANG MASALAH.....	1
1.2. POKOK PERMASALAHAN.....	2
1.3. TUJUAN DAN MANFAAT.....	4
1.4. PEMBatasan MASALAH DAN ASUMSI.....	5
1.5. METODOLOGI PENELITIAN.....	5
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN.....	7
BAB II LANDASAN TEORI.....	10
2.1. TEORI ANTRIAN.....	10
2.1.1. <i>Struktur dasar model antrian</i>	11
2.1.2. <i>Sumber input</i>	11
2.1.3. <i>Kapasitas antrian</i>	12
2.1.4. <i>Tingkat kedatangan</i>	12
2.1.5. <i>Disiplin antrian</i>	13
2.1.6. <i>Mekanisme pelayanan</i>	13

2.1.7. Kelebihan dan keterbatasan model antrian.....	15
2.2. SISTEM PERSEDIAAN	15
2.2.1. Pengertian persediaan.....	15
2.2.2. Fungsi persediaan.....	16
2.2.3. Karakteristik permintaan dan model persediaan.....	17
2.3. SIMULASI.....	18
2.3.1. Pengertian dasar dan klasifikasi model simulasi.....	18
2.3.2. Beberapa keunggulan dan keterbatasan simulasi.....	20
2.3.3. Model-model simulasi	22
2.3.4. Terminologi sistem	23
2.3.5. Diagram lingkaran aktifitas.....	24
2.3.6. Langkah-langkah dalam studi simulasi.....	26
2.4. MODEL SIMULASI EVEN DISKRIT.....	28
2.4.1. Komponen-komponen dalam model simulasi even diskrit.....	31
2.4.2. Pendekatan-pendekatan pada simulasi sistem diskrit.....	33
2.5. PEMILIHAN DISTRIBUSI PROBABILITAS	34
2.5.1. Variabel stokastik.....	34
2.5.2. Fungsi probabilitas diskrit.....	35
2.5.3. Fungsi probabilitas kontinu.....	36
2.5.4. Pendugaan distribusi data.....	37
2.5.5. Pendugaan parameter distribusi probabilitas	40
2.5.6. Uji hipotesa distribusi probabilitas.....	41

2.6. PENGHASIL BILANGAN ACAK	44
2.6.1 <i>Membangkitkan bilangan random</i>	44
2.6.2 <i>Membangkitkan variabel random</i>	46
BAB III PENGEMBANGAN MODEL	50
3.1. KONDISI UMUM	50
3.1.1 <i>Penentuan prioritas kegiatan</i>	53
3.2. PERMODELAN SISTEM	56
3.2.1 <i>Identifikasi entiti-entiti dari sistem</i>	56
3.2.2 <i>Aktifitas-aktifitas entiti sistem</i>	59
3.2.3 <i>Cara kerja sistem</i>	63
3.2.4 <i>Diagram lingkaran aktifitas</i>	65
3.3 VALIDASI MODEL	65
3.4. PENDEKATAN PEMROGRAMAN	72
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	76
4.1. MACAM DATA DAN METODE PENGUMPULANNYA	76
4.2. PENENTUAN DISTRIBUSI DATA DAN PARAMETERNYA	78
4.2.1 <i>Data waktu antar kedatangan</i>	78
4.2.1.1. Waktu antar kedatangan donor	78
4.2.1.2. Waktu antar kedatangan pasien	80
4.2.2 <i>Data waktu pelayanan</i>	81
4.2.2.1. Waktu pemeriksaan golongan darah	81
4.2.2.2. Waktu pelayanan loket pendaftaran	83

4.2.2.3. Waktu pemeriksaan kesehatan	84
4.2.2.4. Waktu aftap	85
4.2.2.5 Waktu pengambilan sampel.....	87
4.2.2.6. Waktu pengecekan golongan darah.....	88
4.2.2.7. Waktu crossmatch	90
4.2.2.8. Waktu crossmatch plasma.....	91
4.2.2.9. Waktu pelayanan loket permintaan.....	92
4.2.10. Waktu pemeriksaan laboratorium serologi.....	94
4.2.11. Waktu produksi tiap jenis komponen	94
4.2.12. Waktu pelayanan mobil unit	95
4.2.13. Waktu pelayanan dropping.....	95
4.2.3. <i>Data tingkat kedatangan</i>	95
4.2.3.1. Tingkat kedatangan donor	95
4.2.3.2. Tingkat keberangkatan mobil unit	96
4.2.3.3. Tingkat kedatangan bags darah dari mobil unit.....	96
4.2.3.4. Tingkat permintaan dropping	98
4.2.3.5. Tingkat permintaan pasien	99
4.2.4. <i>Pengolahan data dengan distribusi probabilitas</i>	100
4.2.4.1. Distribusi probabilitas golongan darah.....	100
4.2.4.2. Probabilitas donor baru dan lama	101
4.2.4.2. Probabilitas donor diterima atau ditolak	101
4.2.4.3. Probabilitas lolos pemeriksaan laboratorium serologi.....	102

4.2.4.4. Distribusi probabilitas jenis permintaan darah dan komponen darah	102
4.2.4.5. Distribusi probabilitas komponen darah yang di dropping	103
BAB V ANALISA HASIL SIMULASI	104
5.1. VALIDASI SIMULASI	105
<i>5.1.1. Validasi kotak putih</i>	<i>105</i>
<i>5.1.2. Validasi kotak hitam</i>	<i>107</i>
5.2. PROGRAM SIMULASI	108
5.3. PELAKSANAAN SIMULASI	110
<i>5.3.1. Steady state</i>	<i>112</i>
<i>5.3.2. Simulasi untuk menentukan jumlah persediaan harian</i>	<i>115</i>
<i>5.3.3. Analisa hasil simulasi</i>	<i>126</i>
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	128
6.1. KESIMPULAN	128
6.2. SARAN-SARAN	129
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN A DIAGRAM ALIR PENDEKATAN AKTIVITAS	
LAMPIRAN B TABEL DAN DATA	

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil pengujian distribusi waktu antar kedatangan donor	79
Tabel 4.2 Hasil pengujian distribusi waktu antar kedatangan pasien.....	81
Tabel 4.3 Hasil pengujian distribusi waktu pemeriksaan golongan darah.....	82
Tabel 4.4 Hasil pengujian distribusi waktu pelayanan loket pendaftaran.....	83
Tabel 4.5 Hasil pengujian distribusi waktu pemeriksaan kesehatan.....	85
Tabel 4.6 Hasil pengujian distribusi waktu aftar.....	86
Tabel 4.7 Hasil pengujian distribusi waktu pengambilan sampel.....	88
Tabel 4.8 Hasil pengujian distribusi waktu pengecekan golongan darah.....	89
Tabel 4.9 Hasil pengujian distribusi waktu crosmatch.....	90
Tabel 4.10 Hasil pengujian distribusi waktu crossmatch plasma.....	92
Tabel 4.11 Hasil pengujian distribusi waktu pelayanan loket permintaan.....	93
Tabel 4.12 Waktu produksi komponen.....	94
Tabel 4.13 Distribusi probabilitas tingkat kedatangan donor.....	96
Tabel 4.14 Hasil pengujian distribusi tingkat kedatangan bags darah dari mobil unit.....	97
Tabel 4.15 Hasil pengujian distribusi tingkat permintaan dropping.....	99
Tabel 4.16 Distribusi frekuensi tingkat permintaan pasien.....	99
Tabel 4.17 Distribusi probabilitas tingkat permintaan pasien.....	100
Tabel 4.18 Distribusi probabilitas jenis golongan darah.....	100
Tabel 4.19 Distribusi probabilitas donor baru dan donor lama.....	101
Tabel 4.20 Distribusi probabilitas donor diterima atau ditolak.....	101

Tabel 4.21 Distribusi probabilitas permintaan komponen darah.....	102
Tabel 4.22 Jumlah komponen yang di dropping.....	103
Tabel 4.23 Distribusi probabilitas komponen yang didropping.....	103
Tabel 5.1 Hasil uji dua sampel Kolmogorov-Smirnov.....	106
Tabel 5.2 Hasil uji rata-rata waktu tunggu pasien dari pengamatan langsung dengan hasil running simulasi.....	107
Tabel 5.3 Rata-rata jumlah permintaan harian tiap jenis komponen darah tiap golongan darah.....	112
Tabel 5.4 Jumlah permintaan untuk komponen darah yang diproduksi.....	115
Tabel 5.5 Kombinasi jumlah persediaan komponen darah optimal.....	116
Tabel 5.6 Eksperimen simulasi untuk menentukan jumlah persediaan PRC golongan darah O.....	117
Tabel 5.7 Eksperimen simulasi untuk menentukan jumlah persediaan PRC golongan darah B.....	118
Tabel 5.8 Eksperimen simulasi untuk menentukan jumlah persediaan PRC golongan darah A.....	119
Tabel 5.9 Eksperimen simulasi untuk menentukan jumlah persediaan PRC golongan darah AB.....	120
Tabel 5.10 Eksperimen simulasi untuk menentukan jumlah persediaan PL golongan darah O.....	121
Tabel 5.11 Eksperimen simulasi untuk menentukan jumlah persediaan PL golongan darah B.....	122

Tabel 5.12 Eksperimen simulasi untuk menentukan jumlah persediaan PL golongan darah A.....	123
Tabel 5.13 Eksperimen simulasi untuk menentukan jumlah persediaan PL golongan darah AB.....	124

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur dasar model antrian.....	11
Gambar 2.2 Cara untuk mempelajari sistem.....	18
Gambar 2.3 Simbol-simbol dalam diagram lingkaran aktifitas.....	25
Gambar 2.4 Langkah-langkah dalam studi simulasi.....	29
Gambar 2.5 Aliran kendali untuk pendekatan waktu even berikutnya.....	31
Gambar 3.1 Penggunaan darah secara efisien.....	55
Gambar 3.2 ACD Entiti donor.....	66
Gambar 3.3 ACD Entiti petugas administrasi donor.....	67
Gambar 3.4 ACD Entiti bed.....	67
Gambar 3.5 ACD Entiti petugas bagian aftap.....	67
Gambar 3.6 ACD Entiti petugas pengambil sampel darah.....	68
Gambar 3.7 ACD Entiti petugas lab serologi.....	68
Gambar 3.8 ACD Entiti alat uji saring.....	68
Gambar 3.9 ACD Entiti petugas lab. serologi.....	68
Gambar 3.10 ACD Entiti dropping.....	69
Gambar 3.11 ACD Entiti pasien.....	69
Gambar 3.12 ACD Entiti petigas lab. crossmatch.....	69
Gambar 3.13 ACD Entiti mobil unit.....	70
Gambar 3.14 ACD Sistem pengambilan darah di UTD PMI Surabaya.....	71
Gambar 5.1 Contoh tampilan input untuk parameter peubah acak.....	108

Gambar 5.2 Contoh tampilan input untuk lama waktu simulasi.....	109
Gambar 5.3 Contoh tampilan input persediaan harian untuk tiap golongan darah..	109
Gambar 5.4 Contoh tampilan output simulasi untuk data statistik.....	110
Gambar 5.5 Grafik pengurangan waktu tunggu pasien dengan metode simulasi.....	125

ABSTRAKSI

Transfusi darah merupakan pelayanan penunjang dalam upaya pengobatan dan pemulihan kesehatan yang merupakan live saving therapy atau replacement therapy yang belum dapat diganti dengan bahan atau obat lain. Dengan demikian ketersediaan serta kecepatan dalam pengolahan darah mulai dari saat diterima hingga darah sampai ke tangan pasien mutlak diperlukan untuk mengurangi penderitaan pasien.

Usaha untuk memperpendek waktu tunggu pasien dilakukan dengan pengelolaan jumlah produksi komponen darah sedemikian rupa sehingga bisa memenuhi jumlah permintaan yang datang dengan tidak mengabaikan usaha untuk menggunakan jumlah persediaan darah yang seefisien mungkin.

Pemecahan masalah dilakukan dengan meniru perilaku sistem melalui pendekatan metode simulasi dan dilakukan eksperimen untuk mencari jumlah persediaan masing-masing komponen darah setiap harinya yang bisa meminimalkan rata-rata waktu tunggu pasien.

Berdasarkan hasil studi dengan menggunakan metode simulasi dapat ditentukan jumlah persediaan masing-masing jenis komponen darah yang dapat memperpendek rata-rata waktu tunggu pasien sebesar 8,59 menit dibandingkan bila menggunakan metode yang ada sekarang.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG MASALAH

Transfusi darah merupakan pelayanan penunjang dalam upaya pengobatan dan pemulihan kesehatan sebagai bagian dari pelaksanaan upaya rujukan medik yang dilaksanakan di rumah sakit, karena darah dan komponennya bisa merupakan *live saving therapy* atau *replacement therapy* yang belum dapat diganti dengan bahan atau obat lain.

Unit Transfusi Darah (UTD) PMI Surabaya yang berdiri sejak tahun 1949 dalam tugas dan fungsinya sebagai pengelola dan pelaksana usaha transfusi darah telah berupaya sedemikian rupa untuk bisa memberikan pelayanan sebaik-baiknya kepada masyarakat seiring dengan perkembangan ilmu kedokteran khususnya di bidang transfusi darah.

PMI (Palang Merah Indonesia) sebagai lembaga resmi pemerintah dalam hal ini dituntut untuk selalu siap dan berperan aktif dalam masalah penyediaan darah baik yang sifatnya regional, nasional maupun universal antar negara.

Dalam pelaksanaan tugasnya banyak kesulitan muncul khususnya dalam masalah penyediaan darah, hal ini terutama diakibatkan semakin meningkat dan berfluktuasinya kebutuhan akan darah. Di satu sisi mereka selalu dituntut untuk selalu

dapat memenuhi permintaan yang semakin meningkat dalam jumlah maupun jenisnya. Di sisi yang lain dihadapkan pada masalah penyediaan darah, padahal seperti yang kita ketahui PMI bukan badan usaha produksi yang setiap saat dapat selalu menutup permintaan yang datang. PMI adalah lembaga sosial yang hanya bisa hidup dengan uluran tangan masyarakat khususnya oleh sebagian kecil anggota masyarakat yang telah tergerak hatinya untuk mendonorkan darahnya demi kelangsungan hidup umat manusia.

Dari uraian di atas dapat diambil kesimpulan bahwa PMI (Palang Merah Indonesia) berada pada kondisi ketidakseimbangan antara permintaan dan penyediaan.

Kondisi lain yang sampai saat ini tidak bisa dihindari adalah sifat darah itu sendiri yang tidak bisa disimpan untuk jangka waktu yang panjang di samping tingginya biaya pengolahan dan perawatan darah itu sendiri. Hal ini menuntut adanya pengaturan penyimpanan darah yang mampu menjamin ketersediaan darah tanpa perlu membuang biaya perawatan, pengolahan dan kerusakan yang terlalu besar.

1.2. POKOK PERMASALAHAN

Transfusi darah merupakan pelayanan penunjang dalam upaya pengobatan dan pemulihan kesehatan yang merupakan *live saving therapy* atau *replacement therapy* yang belum dapat diganti dengan bahan/obat lain. Dengan demikian ketersediaan serta kecepatan dalam pengolahan darah mulai dari saat dari diterima hingga darah sampai ke tangan pasien mutlak diperlukan. Tidak tersedianya darah mengakibatkan keluarga si pasien harus berupaya keras untuk mencari calon donor sebagai donor pengganti.

Setelah donor pengganti didapat darah yang diterima tidak bisa langsung ditransfusikan kepada pasien yang bersangkutan, dan harus melalui serangkaian proses yaitu darah harus diambil sampelnya untuk pemeriksaan laboratorium serologi untuk memastikan bahwa darah yang diperoleh tidak mengandung bibit-bibit penyakit seperti HbsAg (Hepatitis-B), VDRL (sifilis), HIV (AIDS), serta HCV. Proses pemeriksaan laboratorium ini hanya dilakukan selama jam kerja, sebelum darah disimpan sebagai inventori.

Sebelum diberikan kepada pasien darah harus juga melalui proses pencocokan silang (crossmatch) yaitu reaksi silang yang terjadi di luar tubuh antara darah pasien yang akan ditransfusi darah dengan darah donor yang akan ditransfusikan. Reaksi ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah darah donor yang akan ditransfusikan itu nantinya akan dilawan oleh serum pasien di dalam tubuhnya, atau adakah plasma donor yang turut ditransfusikan akan melawan sel pasien di dalam tubuhnya hingga akan memperberat anemia, disamping kemungkinan adanya reaksi hemolytic transfusi yang bisa membahayakan pasien.

Kedua proses di atas merupakan proses-proses yang memerlukan waktu yang cukup lama dan bisa berlangsung pada saat yang bersamaan dan harus selesai keduanya sebelum darah sampai ke tangan pasien, keterlambatan diterimanya rekomendasi bahwa darah lolos pemeriksaan laboratorium seperti yang telah disebutkan di atas berakibat terlambatnya darah untuk bisa sampai pada pasien serta memberikan peluang yang besar terjadinya kematian. Untuk itulah diperlukan usaha-usaha yang bisa mempercepat proses diterimanya darah sampai ke tangan pasien yaitu melalui

penambahan tenaga kerja maupun analisa persediaan masing-masing golongan dan jenis komponen darah.

Ketidakseimbangan antara permintaan dan penyediaan menuntut UTD (Unit Transfusi Darah) PMI Cabang Surabaya setiap saat untuk selalu mengusahakan tersedianya darah pada waktu dibutuhkan. Berapa jumlah masing-masing golongan dan jenis komponen darah yang diperlukan selama periode tertentu menuntut suatu persediaan (inventori) yang semaksimal mungkin bisa memenuhi permintaan masing-masing jenis dan golongan darah.

1.3. TUJUAN DAN MANFAAT

Berangkat dari uraian di atas penulis tertarik untuk mengamati lebih jauh permasalahan yang ada, serta perlu untuk dilakukan langkah-langkah optimasi dalam upaya menyeimbangkan jumlah permintaan dan penyediaan. Hal ini perlu dilakukan mengingat aktivitas yang terjadi di UTD PMI Cabang Surabaya akan semakin meningkat seiring dengan laju pertumbuhan penduduk dan tingginya aktivitas kehidupan masyarakat.

Tujuan yang diharapkan dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Mengevaluasi performansi sistem persediaan pada kondisi yang terjadi sekarang.
2. Penentuan jumlah produksi masing-masing jenis komponen darah yang dapat meminimalisasi waktu tunggu pasien yang datang.
3. Membandingkan performansi saat ini dengan performansi yang dianjurkan melalui analisa hasil simulasi.

1.4. PEMBATASAN MASALAH DAN ASUMSI

Beberapa pembatasan masalah dan asumsi yang dipakai agar pembahasan tidak menyimpang dari maksud dan tujuan yang diharapkan adalah:

- Pengamatan dan pengambilan data hanya dilakukan pada Unit Transfusi Darah Palang Merah Indonesia Cabang Surabaya.
- Kedatangan donor tidak terikat pada waktu maupun jumlah kedatangan yang telah terjadi pada periode sebelumnya.
- Jumlah kedatangan donor tidak dipengaruhi oleh perbedaan hari dan waktu dimana terdapat peringatan peristiwa nasional maupun hari besar keagamaan.
- Permintaan yang datang tidak dibedakan antara permintaan untuk pasien kritis maupun untuk keperluan operasi.
- Biaya yang terjadi karena kurang maupun lebihnya jumlah persediaan komponen darah tidak diperhitungkan dalam studi.

1.5. METODOLOGI PENELITIAN

Langkah-langkah yang dilakukan adalah:

- Observasi Lapangan

Observasi lapangan diperlukan untuk mengetahui operasi dan perilaku dari sistem. Dari observasi lapangan akan didapat permasalahan yang spesifik dari sistem tersebut. Tujuan simulasi kemudian ditetapkan beserta kriteria-kriterianya sebagai tolok ukur keberhasilan sebuah simulasi. Kriteria-kriteria ini ditetapkan untuk membatasi pembuatan model.

- Pengumpulan dan pengolahan data

Informasi dan data-data yang diperlukan diambil dari sistem yang akan diamati. Dalam hal ini pada UTD (Unit Transfusi Darah) PMI Cabang Surabaya. Data-data ini digunakan untuk prosedur operasi dan penentuan distribusi probabilitas untuk variabel random yang digunakan dalam model.

Dalam model ini data-data yang digunakan meliputi data primer dan data sekunder. Data-data ini kemudian digunakan untuk menghasilkan variabel random dan distribusi probabilitasnya untuk kemudian digunakan dalam model.

- Pembuatan model simulasi

Setelah didapat data-data yang diperlukan beserta distribusinya maka dibuat sebuah model simulasi. Model ini dibuat dengan meniru perilaku dan karakteristik dari sistem. Interaksi-interaksi dari tiap komponen disusun berdasarkan urutan logika model dan dijabarkan dalam bentuk Activity Cycle Diagram (ACD).

Pembuatan model simulasi dan verifikasi dari ACD ini kemudian diturunkan suatu diagram alir (flow chart) yang digunakan untuk pembuatan program simulasi.

Setelah program selesai maka dilakukan verifikasi untuk mengetahui apakah program telah mewakili keadaan yang sebenarnya. Dengan kata lain apakah distribusi probabilitas dari variabel random yang dihasilkan sesuai dengan distribusi probabilitas dari data yang sebenarnya.

- Validasi

Setelah verifikasi dilakukan maka parameter-parameter dari program dimasukkan sesuai dengan distribusi probabilitasnya. Langkah selanjutnya adalah

melakukan validasi dari program apakah sesuai dengan keadaan yang sebenarnya. Dengan kata lain apakah mean dari variabel random yang dihasilkan sesuai dengan mean dari data-data sebenarnya.

- Eksperimentasi

Pada dasarnya simulasi adalah sebuah proses trial and error. Karena itu setelah model dan program simulasi dinyatakan valid maka program dijalankan dengan mengubah-ubah variabel-variabel input dari program sehingga setelah dijalankan pada waktu tertentu didapat keadaan steady state.

- Analisa output

Dari hasil eksperimentasi maka didapat hasil yang paling optimal berdasarkan aspiration level yang telah ditetapkan.

- Implementasi

Tahap terakhir dari simulasi adalah implementasi yang sebenarnya merupakan tujuan akhir dari studi ini

1.6. SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan yang yang digunakan adalah sbb:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang masalah, tujuan pembahasan, pembatasan masalah, asumsi yang digunakan dalam menyelesaikan masalah dan metodologi penyelesaian masalah.

BAB II LANDASAN TEORI

Berisi tentang literatur berbagai cara menyelesaikan masalah dan langkah-langkah pemecahan masalah dengan metode simulasi

BAB III PEMBUATAN MODEL DAN PROGRAM SIMULASI

Berisi tentang perilaku sistem yang akan dimodelkan untuk pembuatan model simulasi

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Berisi tentang pemodelan permasalahan, data-data yang digunakan untuk memodelkan masalah dan langkah-langkah pengolahan data untuk melakukan simulasi terhadap permasalahan yang dibahas.

BAB V ANALISA HASIL DAN EKSPERIMENTASI

Berisi tentang analisa hasil simulasi dan penetapan keputusan alternatif kebijaksanaan di UTD PMI yang merupakan tujuan dilakukannya studi ini.

BAB.VI KESIMPULAN

Berisi tentang kesimpulan dari studi ini dan langkah-langkah yang perlu diambil untuk masa-masa yang akan datang.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. TEORI ANTRIAN

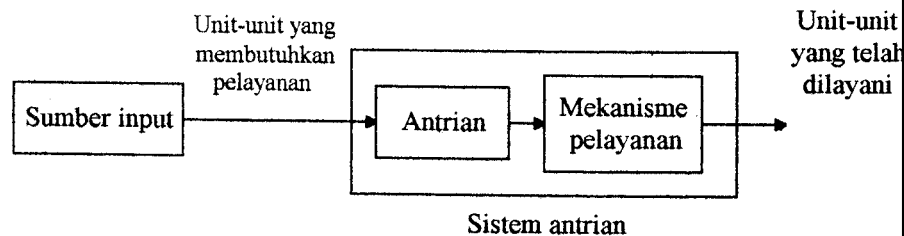
Teori antrian adalah teori yang menyangkut studi matematis dari antrian-antrian atau baris-baris penungguan. Formasi baris-baris penungguan ini tentu saja merupakan suatu fenomena biasa yang terjadi apabila kebutuhan akan suatu pelayanan melebihi kapasitas yang tersedia untuk menyelenggarakan pelayanan itu. Keputusan-keputusan yang berkenaan dengan jumlah kapasitas ini harus dapat ditentukan walaupun sebenarnya tidak mungkin dapat dibuat suatu prediksi yang tepat mengenai kapan unit-unit yang membutuhkan pelayanan itu akan datang dan atau berapa lama waktu yang diperlukan untuk menyelenggarakan pelayanan itu.

Apabila pelayanan terlalu banyak, maka akan memerlukan ongkos yang **besar**, sebaliknya, jika kapasitas pelayanan kurang maka akan terjadi baris penungguan dalam waktu yang cukup lama yang juga akan menimbulkan ongkos, baik berupa ongkos sosial, kehilangan langganan, ataupun pengangguran pekerja. Dengan demikian, yang menjadi tujuan utama teori antrian adalah mencapai kesetimbangan antara ongkos pelayanan dengan ongkos yang disebabkan oleh adanya waktu menunggu tersebut.

Teori antrian sendiri tidak langsung memecahkan persoalan ini. Walaupun begitu teori ini menyumbangkan informasi penting yang diperlukan untuk membuat

keputusan seperti itu dengan cara memprediksi beberapa karakteristik dari baris penungguan, seperti misalnya waktu penungguan rata-rata.

2.1.1. Struktur dasar model antrian



Gambar 2.1 Struktur dasar model antrian

Sumber: Tjutju Tarliah Dimiyati, Ir, **Operations Research, Model-Model Pengambilan Keputusan**, Penerbit Sinar Baru, cetakan pertama, Bandung, 1987, halaman 292.

Unit-unit yang memerlukan pelayanan diturunkan dari sumber input memasuki sistem antrian dan ikut dalam antrian. Dalam waktu-waktu tertentu anggota antrian ini dipilih untuk dilayani. Pemilihan didasarkan pada suatu aturan tertentu yang disebut *disiplin antrian*. Pelayanan yang diperlukan dilaksanakan dengan suatu *mekanisme pelayanan* tertentu. Setelah itu unit-unit meninggalkan sistem antrian.

2.1.2. Sumber input

Suatu karakteristik yang perlu diketahui dari sumber input ini ialah **ukurannya** (jumlahnya), yaitu jumlah total unit yang memerlukan pelayanan dari waktu ke waktu atau disebut jumlah total langganan potensial¹. Ini bisa dianggap terbatas ataupun tidak terbatas. Karena perhitungannya akan lebih mudah untuk jumlah unit yang tidak terbatas, maka asumsi ini sering digunakan, terlebih lagi jika jumlah unit ini cukup

¹Tjutju Tarliah Dimiyati, Ir, **Operations Research, Model-Model Pengambilan Keputusan**, Penerbit Sinar Baru, cetakan pertama, Bandung, 1987, halaman 292.

besar. Untuk jumlah langganan yang terbatas, perhitungan menjadi lebih sulit karena jumlah unit dalam sistem antrian akan mempengaruhi jumlah langganan potensial di luar sistem setiap waktu. Bagaimanapun, asumsi jumlah yang terbatas ini tetap harus dibuat jika sumber input yang menghasilkan unit-unit yang memerlukan pelayanan ini jelas-jelas dipengaruhi oleh jumlah unit dalam sistem antrian.

2.1.3. Kapasitas antrian

Sama halnya dengan sumber input, dalam perhitungan-perhitungan juga diasumsikan apakah kapasitas sistem terbatas atau tidak terbatas. Asumsi ini ditentukan berdasarkan jumlah maksimum kustomer yang bisa ditampung dalam sistem tersebut. Asumsi tak terbatas bisa dibuat apabila sistem memungkinkan untuk menampung kustomer dalam jumlah yang cukup besar.

2.1.4. Tingkat kedatangan

Tingkat kedatangan menunjukkan tingkat rata-rata dimana orang-orang datang ke tempat fasilitas pelayanan untuk minta dilayani dan bagaimana kecenderungan kedatangannya². Kecenderungan ini sering dilukiskan dalam bentuk distribusi kedatangan .

Banyak sekali pola kedatangan yang bisa terjadi pada suatu sistem antrian diantaranya adalah pola kedatangan teratur, pola kedatangan random, pola kedatangan yang dipengaruhi aspek lain dari sistem dsb.

² Suad Husnan Drs, MBA, *Teori Antrian, Arti dan Kegunaannya Bagi Management*, BPFE, Yogyakarta, 1982, halaman 8.

2.1.5. Disiplin antrian

Disiplin antrian menunjukkan aturan-aturan yang harus dipenuhi untuk melakukan pelayanan. Aturan yang biasa dipergunakan adalah *first come first served*, yang datang lebih dulu adalah yang dilayani lebih dulu. Meskipun demikian aturan ini tidak selalu mutlak karena kadang-kadang ada juga yang memperhatikan prinsip prioritas. Artinya mana yang dianggap lebih penting, itulah yang akan dilayani lebih dulu. Beberapa disiplin antrian lainnya ialah pedoman-pedoman *shortest operating (service) time (SOT)*, *last come first served (LCFS)*, *longest operating time (LOT)*, dan *service in random order (SIRO)*. Dalam rumah sakit dan fasilitas-fasilitas kesehatan lainnya mungkin menggunakan pedoman-pedoman yang berbeda antara lain *emergency first* dan *critical condition first*.

Disiplin antrian prioritas ada dua macam yaitu prioritas tanpa pengembalian (*non preemptive priorities*) dan prioritas dengan pengembalian (*preemptive priorities*). Preemptive priorities adalah disiplin antrian dimana customer yang sedang dilayani akan dikembalikan ke garis antrian apabila ada customer dari tingkat yang lebih tinggi datang. Sebaliknya, pada non preemptive priorities, sekali customer dilayani, pelayanan itu tidak akan dihentikan sampai tuntas walaupun ada customer dari tingkat prioritas yang lebih tinggi datang.

2.1.6. Mekanisme pelayanan

Mekanisme pelayanan terdiri atas satu atau lebih fasilitas pelayanan yang masing-masing terdiri atas satu atau lebih saluran pelayanan paralel. Jika ada lebih dari

satu fasilitas pelayanan, maka unit-unit yang memerlukan pelayanan akan dilayani oleh serangkaian fasilitas pelayanan ini (saluran pelayanan seri). Pada fasilitas pelayanan semacam ini, unit yang memerlukan pelayanan memasuki salah satu fasilitas pelayanan paralel dan dilayani sepenuhnya oleh pelayan yang bersangkutan. Suatu model antrian harus menetapkan urutan fasilitas semacam itu sekaligus dengan jumlah pelayanan pada masing-masing saluran paralelnya. Kebanyakan model-model dasar mengasumsikan satu fasilitas pelayanan dengan satu atau beberapa pelayan.

Ada tiga aspek yang dideskripsikan pada mekanisme pelayanan³. Pertama, waktu yang digunakan sejak pelayanan dimulai sampai satu unit selesai dilayani, disebut sebagai waktu pelayanan (*holding time*). Biasanya diasumsikan bahwa distribusi kemungkinan dari waktu pelayanan ini adalah distribusi Erlang atau distribusi Ekspensial atau waktu pelayanan tetap (*constant service time*).

Kedua, kapasitas sistem yang didefinisikan sebagai jumlah maksimum kustomer yang bisa dilayani pada suatu saat tertentu.

Ketiga, tingkat ketersediaan (*availability*). Untuk menggambarkan tingkat ketersediaan ini harus ditetapkan apakah pelayan selalu tersedia penuh (*full availability*) atau kadang-kadang berkurang sehingga tingkat pelayanan berada di bawah kapasitas sistem. Pada kebanyakan model matematis, diasumsikan bahwa sistem berada pada pelayanan penuh (*full availability*), walaupun dalam kenyataannya kadang-kadang pelayan meninggalkan sistem.

³I Nyoman Pujawan, **Tugas Akhir, Simulasi Sistem Antrian Untuk Menentukan Kebutuhan Jumlah Tenaga Medis di UGD Bedah RSUD Dr. Soetomo Surabaya, ITS, Surabaya, 1992, halaman 13 - 14.**

2.1.7. Kelebihan dan keterbatasan model antrian

1. Model antrian umumnya menganggap bahwa sistem beroperasi pada keadaan "steady state" yang berarti bahwa tidak ada keadaan sibuk pada saat berada di puncak dan lembah. Model antrian dapat menghitung rata-rata panjang antrian, rata-rata waktu pelayanan dan sebagainya tetapi hanya untuk keadaan steady state.
2. Penggunaan rumus-rumus matematis pada model antrian akan sangat menghemat dalam penggunaan waktu penyelesaian dibanding dengan metode simulasi.
3. Model antrian, pada keadaan terpaksa didasari atas sejumlah asumsi tentang kedatangan, pola pelayanan dan sebagainya. Batasan ini digunakan untuk menjaga keadaan tidak berubah ke keadaan yang lebih kompleks.
4. Rumus-rumus matematis yang digunakan pada model antrian tidak mampu mengakomodasi peribahahan-perubahan yang sifatnya dinamis atau transien.

2.2. SISTEM PERSEDIAAN

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai hal-hal yang berhubungan dengan persediaan, yaitu mengenai pengertian, dan fungsi persediaan.

2.2.1. Pengertian persediaan

Berbagai rumusan tentang definisi persediaan telah banyak dikemukakan para ahli, namun pada prinsipnya persediaan adalah suatu sumber daya yang menganggur (*idle resource*) yang menunggu proses lebih lanjut⁴. Yang dimaksud proses lebih

⁴Tersine, Richard J, *Principles of Inventory and Materials Management*, Third Edition, North Holland, New York, halaman 3

lanjut di sini dapat berupa kegiatan produksi seperti dijumpai pada sistem manufaktur, kegiatan pemasaran seperti yang dijumpai pada sistem distribusi ataupun kegiatan konsumsi seperti yang dijumpai pada sistem rumah tangga.

Dalam sistem manufaktur, persediaan dapat ditemui bentuk bahan baku, barang setengah jadi, atau barang jadi, dalam bentuk uang seperti yang ada di bank, obat-obatan seperti yang ada di apotek, darah dan paramedis seperti yang ada di rumah sakit, serta armada pemadam kebakaran yang ada pada suatu kota dsb.

Uraian di atas menunjukkan bahwa pengertian persediaan meliputi cakupan yang cukup luas yang dapat dijumpai tidak saja pada sistem manufaktur.

2.2.2. Fungsi persediaan

Persediaan ada karena suplai dan permintaan tidak dapat secara sempurna tepat (*match*). Suplai dan permintaan umumnya berbeda lajunya (*rate*), sehingga diperlukan persediaan untuk mengatasi perbedaan ini. Hal ini dapat dijelaskan dengan menggunakan empat faktor fungsi dari persediaan, yaitu⁵ :

1. Faktor waktu yang diperlukan karena proses yang panjang dari produksi dan distribusi sebelum barang-barang sampai ke konsumen akhir.
2. Faktor diskontinuitas (*decoupling*) yang memberikan berbagai operasi yang dependen (retailing, pendistribusian, pergudangan dan pembelian) menjadi independen dan lebih ekonomis.

⁵ *Ibid.*, halaman 4.

3. Faktor ketidakpastian yang diperhitungkan terhadap kejadian yang tak terduga yang dapat merubah rencana semula dari organisasi.
4. Faktor ekonomis yang dapat memberikan organisasi keuntungan dari alternatif pengurangan biaya, misalnya pembelian dengan potongan harga ataupun secara lot size.

2.2.3. Karakteristik permintaan dan model persediaan

Permintaan dan lead time merupakan sumber-sumber ketidakpastian dalam sistem persediaan. Kita mengklasifikasikan model persediaan dengan mengacu pada pola permintaan sbb:

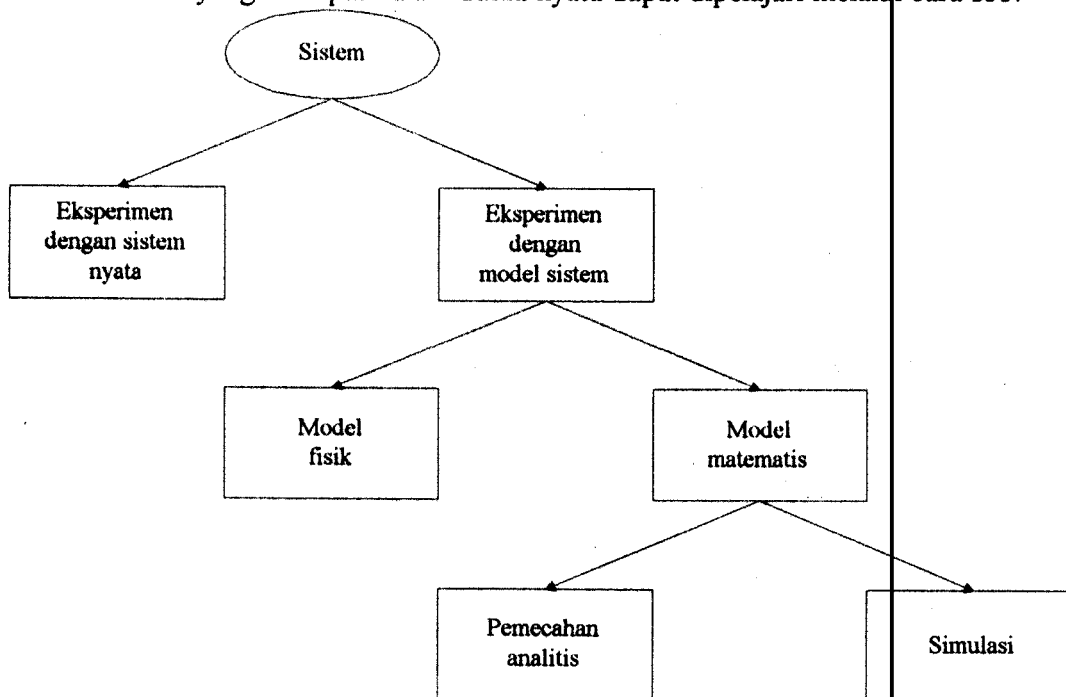
1. Model persediaan deterministik statis, pada model ini jumlah permintaan adalah deterministik (jumlah permintaan atas suatu periode tertentu diketahui dan tetap), dan laju permintaan adalah sama untuk setiap periode.
2. Model persediaan deterministik dinamis, permintaan untuk setiap periode diketahui dan tetap, tetapi laju permintaan mungkin bervariasi dari satu periode ke periode lainnya.
3. Model persediaan probabilistik statis, pola permintaan adalah peubah acak, memiliki distribusi probabilitas tertentu yang tergantung pada panjang periode. Distribusi probabilitas dari permintaan sama untuk masing-masing periode.
4. Model persediaan probabilistik dinamik, pola permintaan adalah peubah acak, memiliki distribusi probabilitas tertentu yang tergantung pada panjang periode. Distribusi probabilitas dari permintaan mungkin bervariasi dari satu periode ke periode yang lain.

2.3. SIMULASI

2.3.1. Pengertian dasar dan klasifikasi model simulasi

Pengertian umum tentang simulasi adalah duplikasi atau abstraksi dari persoalan dalam sistem kehidupan nyata ke dalam model-model matematis⁶. Ide dasar dari simulasi adalah dengan menggunakan beberapa perangkat untuk meniru sistem nyata guna mempelajari dan memahami sifat-sifat, tingkah laku dan karakter operasinya. Oleh karena itu simulasi terutama sekali berkenaan dengan percobaan untuk menaksir tingkah laku (perangai) dari sistem nyata untuk maksud perancangan sistem atau perubahan tingkah laku sistem. Perangai yang bisa bersifat fisik maupun matematik menggambarkan sifat-sifat dari sistem dari sistem nyata secara efektif.

Sistem yang terdapat dalam dunia nyata dapat dipelajari melalui cara sbb:



Gambar 2.2 Cara untuk mempelajari sistem

Sumber: Law, Averill M, and Kelton, W. David, *Simulation Modeling And Analysis*, second edition, McGraw-Hill, Inc, Singapore, 1991.

⁶ Pangestu Subagyo, SE., MBA., *Dasar-Dasar Operations Research*, BPFE, Edisi kedua, Yogyakarta, 1985, halaman 283.

Alasan utama penggunaan simulasi adalah karena terbatasnya teknik pemecahan analitis menggunakan metode matematik seperti: aljabar, kalkulus, dan teori probabilitas untuk menganalisa suatu sistem, hal ini terutama berkaitan dengan sistem-sistem yang kompleks⁷

Simulasi harus diberlakukan sebagai suatu eksperimen statistik. Tidak sama halnya dengan model-model matematika standar yang menunjukkan kelakuan sistem pada kondisi kesetimbangan, hasil yang diperoleh pada model simulasi adalah observasi yang masih mengandung kesalahan-kesalahan eksperimen. Ini berarti berbagai inferensi yang mengacu pada sistem yang disimulasikan harus dibatasi dengan pengujian-pengujian yang tepat sebagai analisa statistik.

Eksperimen simulasi berbeda dengan eksperimen reguler karena yang pertama biasanya hanya dilakukan pada komputer. Dengan mengekspresikan interaksi antar komponen sistem sebagai hubungan logis, akan bisa di dapatkan informasi penting seperti halnya yang dilakukan pada sistem nyata. Dengan demikian dasar-dasar simulasi memungkinkan fleksibilitas yang tinggi dalam merefleksikan sistem yang kompleks.

Simulasi bisa diklasifikasikan ke dalam tiga dimensi yang berbeda, antara lain⁸ :
Jika simulasi didasarkan pada model matematik, maka simulasi dapat dibedakan berdasarkan keadaan antara simulasi deterministik dan stokastik (*probabilistik*); berdasarkan waktu statis maupun dinamis; diskrit maupun kontinu. Simulasi

⁷Law, Averill M, and Kelton, David W, *Simulation Modeling And Analysis*, second edition, McGraw-Hill, Inc, Singapore, 1991, halaman 5.

⁸*Ibid.*, halaman 6.

deterministik mencakup variabel dan parameter tetap dan diketahui secara pasti, sedangkan simulasi stokastik menyangkut distribusi peluang dari beberapa ataupun semua variabel dan parameter.

Simulasi statis adalah simulasi dimana percobaan dilakukan terhadap model yang mempunyai variabel dan parameter bebas waktu, sedangkan simulasi dinamik mencakup proses yang berubah dari waktu ke waktu.

Simulasi sistem diskrit adalah simulasi dimana variabel statusnya berubah menurut point waktu, sedangkan simulasi sistem kontinu ialah simulasi dimana variabel statusnya berubah secara kontinu sepanjang waktu.

2.3.2. Beberapa keunggulan dan keterbatasan simulasi

Ada beberapa keunggulan dari penggunaan metode simulasi yang menjadikan simulasi sebagai alat yang ampuh dalam memecahkan suatu permasalahan. Hal ini disebabkan karena simulasi memiliki beberapa keunggulan sbb⁹ :

1. Beayanya relatif lebih murah daripada eksperimen langsung yang beresiko tinggi terhadap terjadinya kesalahan.
2. Simulasi jauh lebih singkat daripada eksperimen langsung karena selalu dilakukan pemajuan waktu simulasi dan penyesuaian sistem.
3. Dengan simulasi, pengujian-pengujian performasi sistem nyata yang memiliki resiko keamanan bisa dilakukan tanpa resiko tersebut.

⁹Pidd, Michael, *Computer Simulation in Management Science*, John Willey & Sons Ltd, 2nd, Singapore, 1988, halaman 8.

4. Pada simulasi eksperimen bisa dilakukan berulang-ulang untuk mengamati perilaku sistem yang disimulasikan secara cermat.
5. Simulasi dapat memberi jawab kalau model analitik gagal melakukannya, misalnya dalam persoalan model antrian yang rumit.
6. Model simulasi lebih realistis terhadap sistem nyata karena memerlukan asumsi yang lebih sedikit, misalnya tenggang waktu dalam model persediaan tidak perlu harus deterministik.
7. Perubahan konfigurasi dan struktur dapat dilaksanakan lebih mudah untuk menjawab pertanyaan: *what happen if.....*, misalnya banyak aturan dapat dicoba untuk mengubah jumlah langganan dalam sistem antrian.
8. Simulasi dapat digunakan untuk maksud pendidikan.

Dengan mengetahui keunggulan model simulasi maka tentu timbul pertanyaan mengapa semua bentuk pendekatan tidak dilakukan melalui simulasi. Pertanyaan ini dapat dijawab hanya apabila kita juga mengetahui keterbatasan-keterbatasan model simulasi. Keterbatasan model simulasi diantaranya adalah:

1. Simulasi bukanlah presisi dan juga bukan suatu proses optimisasi. Simulasi tidak menghasilkan jawab tetapi menghasilkan cara untuk menilai jawab termasuk jawab optimal.
2. Model simulasi yang baik dan efektif adalah sangat mahal dan membutuhkan waktu yang lama dibandingkan dengan model analitik.

Tidak semua situasi dapat dinilai melalui simulasi kecuali situasi yang memuat ketidakpastian.

2.3.3. Model-model simulasi

Model-model simulasi yang ada dapat dikelompokkan ke dalam beberapa penggolongan, antara lain: model stokastik atau probabilistik, model deterministik, model statik, model dinamik, dan model heuristik. Model stokastik adalah kebalikan dari model deterministik, dan model statik kebalikan dari model dinamik.

a. *Model simulasi stokastik*

Di dalam proses stokastik sifat-sifat keluaran (output) dari proses ditentukan berdasarkan, dan merupakan hasil dari konsep random (acak). Meskipun output yang diperoleh dinyatakan dengan rata-rata, namun kadang-kadang ditunjukkan pula pola penyimpangannya.

b. *Model simulasi deterministik*

Pada model ini tidak diperhatikan unsur random, sehingga pemecahan masalahnya menjadi lebih sederhana. Contoh aplikasi dari model ini adalah dalam dispatching, line balancing, sequencing, dan plant layout.

c. *Model simulasi dinamik dan stokastik*

Model simulasi yang dinamik adalah model yang memperhatikan perubahan-perubahan nilai dari variabel-variabel yang ada kalau terjadi pada waktu yang berbeda. Tetapi model statik tidak memperhatikan perubahan-perubahan ini.

d. *Model simulasi heuristik*

Model heuristik adalah model yang dilakukan dengan cara coba-coba, kalau dilandasi teori masih bersifat ringan, langkah perubahannya dilakukan berulang-ulang,

dan pemilihan langkahnya bebas, sampai diperoleh hasil yang lebih baik, tetapi belum tentu optimal.

2.3.4. Terminologi sistem¹⁰

Sebuah sistem merupakan kumpulan entiti-entiti yang bertindak dan berinteraksi secara bersama-sama untuk menuju tercapainya tujuan tertentu, definisi ini diungkapkan oleh Schmidt dan Taylor (1970)¹¹. Dalam menyelesaikan permasalahan sistem hampir selalu dilakukan permodelan. Model dapat diartikan sebagai interpretasi eksplisit dari pemahaman seseorang terhadap suatu situasi atau semata-mata hanya ide seseorang terhadap situasi itu.

Entiti adalah komponen-komponen dari sistem yang disimulasikan dan dapat diproses dan diidentifikasi secara individual. Diidentifikasi dalam hal ini berarti komponen-komponen tersebut digolongkan sehingga jelas bedanya. Namun dalam proses simulasi, keseluruhan elemen-elemen ini diproses dalam satu paket.

Berdasarkan keberadaannya dalam sistem, entiti dapat dibedakan atas *entiti permanen* dan *entiti temporer*. Entiti permanen adalah entiti yang tetap berada dalam sistem selama proses simulasi, sedangkan entiti temporer adalah entiti yang hanya lewat dan akan keluar sistem setelah selesai diproses.

Ditinjau dari kegiatannya pada saat proses pengamatan berlangsung, ada dua kondisi entiti yaitu *kondisi pasif* (idle atau queue) yakni entiti yang pada saat diamati

¹⁰ *Ibid*, halaman 34.

¹¹ Law, Averill M, and Kelton, David W, *Simulation Modeling And Analysis*, second edition, McGraw-Hill, Inc, Singapore, 1991, halaman 3.

berada pada keadaan diam dan *kondisi aktif* yakni entiti yang sedang diproses atau memproses.

Kelas adalah entiti-entiti sejenis yang dikelompokkan menjadi satu grup. Sedangkan *atribut* adalah satu atau lebih nilai data yang membawa informasi tambahan tentang entiti. Meskipun entiti secara permanen dikelompokkan menjadi kelas, namun selama simulasi, entiti akan mengalami perubahan status dan status ini mungkin direpresentasikan sebagai *set*. *State* adalah kondisi detail pada suatu saat peninjauan (saat yang sangat singkat). Waktu sesaat dimana terjadi perubahan status pada sistem disebut *even*.

Aktivitas adalah operasi dan prosedur yang terjadi pada setiap even dan sekelompok even yang terjadi secara berurutan disebut *proses*.

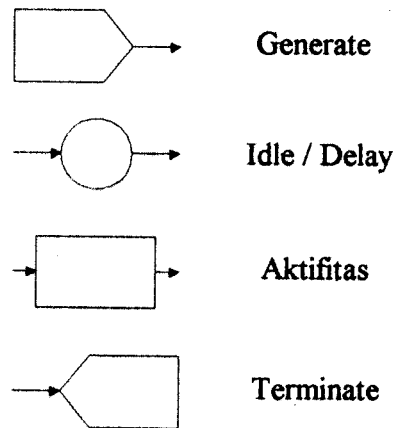
2.3.5. Diagram lingkaran aktifitas

Dalam simulasi sistem diskret, beberapa entiti akan saling berinteraksi selama waktu simulasi. Sebelum membangun model yang sesuai dengan simulasi sistem diskret perlu dilakukan:

1. Identifikasi kelas entiti yang penting.
2. Menjabarkan aktifitas yang dilakukan oleh tiap entiti.
3. Menggabungkan aktifitas yang ada.

Diagram Lingkaran Aktifitas (Activity Cycle Diagram (ACD)) merupakan suatu cara untuk memodelkan bagaimana entiti bereaksi di dalam sistem nyata dan

khususnya digunakan untuk sistem yang berstruktur antrian¹² Dalam ACD, digunakan beberapa simbol untuk menggambarkan sistem nyata, yaitu:



Gambar 2.3 Simbol-simbol dalam diagram lingkaran aktifitas

Simbol Generate digunakan untuk kedatangan entiti aktif ke dalam sistem nyata dimana kedatangan entiti ini biasanya akan mengikuti distribusi tertentu. Simbol aktifitas digunakan bila ada interaksi antara entiti yang berbeda. Lama waktu aktifitas yang dilakukan biasanya dapat ditentukan dari sampel dengan distribusi probabilitas yang mendekati sistem nyata jika model simulasi adalah stokastik. Dalam sistem antrian, pelayanan termasuk dalam kategori aktifitas karena terdapat interaksi antara pelayan dan pelanggan. Simbol antri/idle digunakan bila tidak ada interaksi antara entiti yang berbeda dimana umumnya pada keadaan ini entiti akan menunggu untuk sesuatu yang akan terjadi. Lama waktu yang digunakan pada keadaan ini tidak dapat ditentukan tetapi tergantung dari aktifitas yang sebelum dan sesudahnya. Simbol terminate digunakan bila entiti aktif sudah selesai dilayani dalam sistem nyata dan akan keluar dari sistem tersebut.

¹² Pidd, Michael, *Computer Simulation in Management Science*, John Wiley & Sons Ltd, 2th, Singapore 1988, halaman 36-37.

2.3.6. Langkah-langkah dalam studi simulasi

Simulasi yang baik memerlukan perencanaan dan organisasi yang baik. Ada beberapa langkah pokok yang diperlukan dalam studi simulasi¹³:

1. *Formulasi masalah dan rencana studi.*

Setiap studi harus dimulai dengan pembatasan masalah dan rencana penelitian yang jelas terhadap obyek yang akan diamati. Dari permasalahan yang spesifik kemudian ditetapkan tujuan simulasi beserta kriteria-kriterianya sebagai tolok ukur keberhasilan sebuah simulasi.

2. *Pengumpulan data dan pendefinisian model*

Informasi dan data-data yang diperlukan diambil dari sistem yang akan diamati. Dalam hal ini pada Unit Transfusi Darah PMI Surabaya. Data-data ini digunakan untuk prosedur operasi dan penentuan distribusi probabilitas untuk variabel random yang akan digunakan dalam model.

Dalam model ini data-data yang digunakan meliputi data primer dan data sekunder. Data-data ini kemudian digunakan untuk menghasilkan variabel random dan distribusi probabilitasnya untuk kemudian digunakan dalam model.

Setelah didapat data-data yang diperlukan beserta distribusinya maka dibuat sebuah model simulasi. Model ini dibuat dengan meniru perilaku dan karakteristik dari

¹³Law, Averill M, and Kelton, David W, *Simulation Modeling And Analysis*, second edition, McGraw-Hill, Inc, Singapore, 1991, halaman 106.

sistem. Interaksi-interaksi dari tiap komponen disusun berdasarkan urutan logika model dan dijabarkan dalam bentuk Activity Cycle Diagram (ACD).

3. Pembuatan program simulasi dan verifikasi

Dari Activity Cycle Diagram ini dilakukan validasi untuk melihat apakah ACD yang dibuat telah sesuai dengan keadaan yang sebenarnya, kemudian diturunkan suatu diagram alir (flow chart) yang digunakan untuk pembuatan program simulasi.

Setelah program selesai maka dilakukan verifikasi untuk mengetahui apakah program telah mewakili keadaan yang sebenarnya. Dengan kata lain apakah distribusi probabilitas dari variabel random yang dihasilkan sesuai dengan distribusi probabilitas dari data yang sebenarnya.

4. Running program simulasi.

Running program dimaksudkan untuk validasi model simulasi secara keseluruhan.

5. Validasi

Setelah verifikasi dilakukan maka parameter-parameter dari program dimasukkan sesuai dengan distribusi probabilitasnya. Langkah selanjutnya adalah melakukan validasi dari program apakah sesuai dengan keadaan yang sebenarnya. Dengan kata lain apakah mean dari variabel random yang dihasilkan sesuai dengan mean dari data-data sebenarnya.

6. *Eksperimentasi*

Pada dasarnya simulasi adalah sebuah proses trial and error. Karena itu setelah model dan program simulasi dinyatakan valid maka program dijalankan dengan mengubah-ubah variabel-variabel input dari program sehingga setelah dijalankan pada waktu tertentu didapat keadaan steady state. Eksperimentasi ini meliputi penetapan lama running simulasi dan banyak replikasi.

7. *Analisa output*

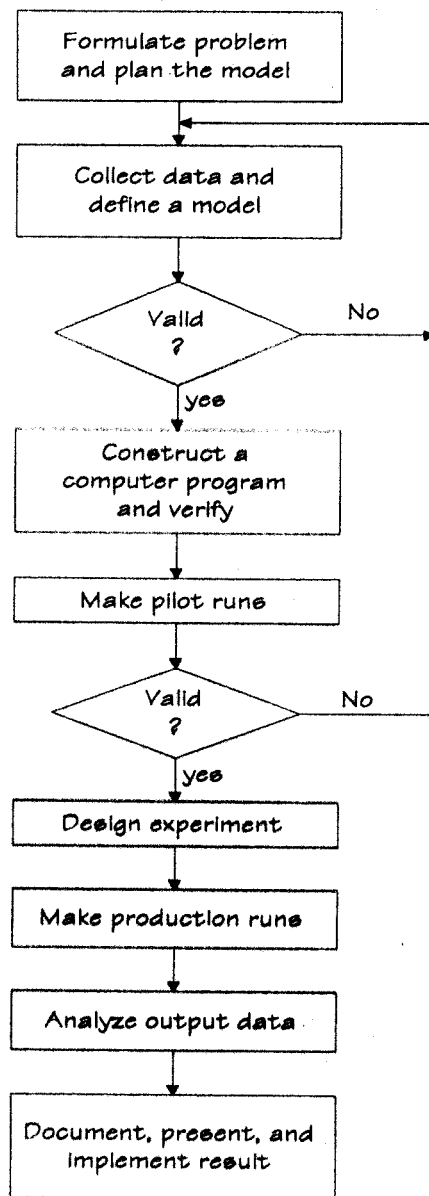
Dari hasil eksperimentasi maka didapat hasil yang paling optimal berdasarkan tingkat aspirasi (aspiration level) yang telah ditetapkan.

8. *Implementasi*

Tahap terakhir dari simulasi adalah implementasi yang sebenarnya merupakan tujuan akhir dari studi ini

2.4. MODEL SIMULASI EVEN DISKRIT

Model simulasi even diskrit digunakan untuk memodelkan sistem yang sedang berjalan dan berubah terhadap waktu, sehingga variabel statusnya berubah nilainya pada waktu-waktu tertentu dengan jumlah yang dapat dihitung (*separate points in time*). Titik-titik perubahan waktu adalah waktu dimana even terjadi.



Gambar 2.4 Langkah-langkah dalam studi simulasi

Sumber: Law, Averill M, and Kelton, David W, **Simulation Modeling And Analysis**, second edition, McGraw-Hill, Inc, Singapore, 1991.

Even adalah kejadian sesaat yang mungkin mengubah state sistem. Obyek atau individu yang aktivitasnya dimodelkan disebut *entiti*. Entiti ini mempunyai satu atribut atau lebih. Entiti yang atributnya menunjukkan waktu kejadian untuk event berikutnya

disebut *entity clock*. Resource adalah item-item dalam simulasi yang berfungsi sebagai konstrain/pembatas terhadap aktivitas event.

Model simulasi even dikrit mempunyai sifat dinamik, karena dibutuhkan nilai akhir dari waktu setelah terjadi perubahan pada sistem dan dibutuhkan mekanisme pemajuan waktu simulasi. Variabel yang diberikan nilai akhir dari waktu simulasi disebut jam simulasi.

Ada dua cara untuk memajukan jam simulasi¹⁴:

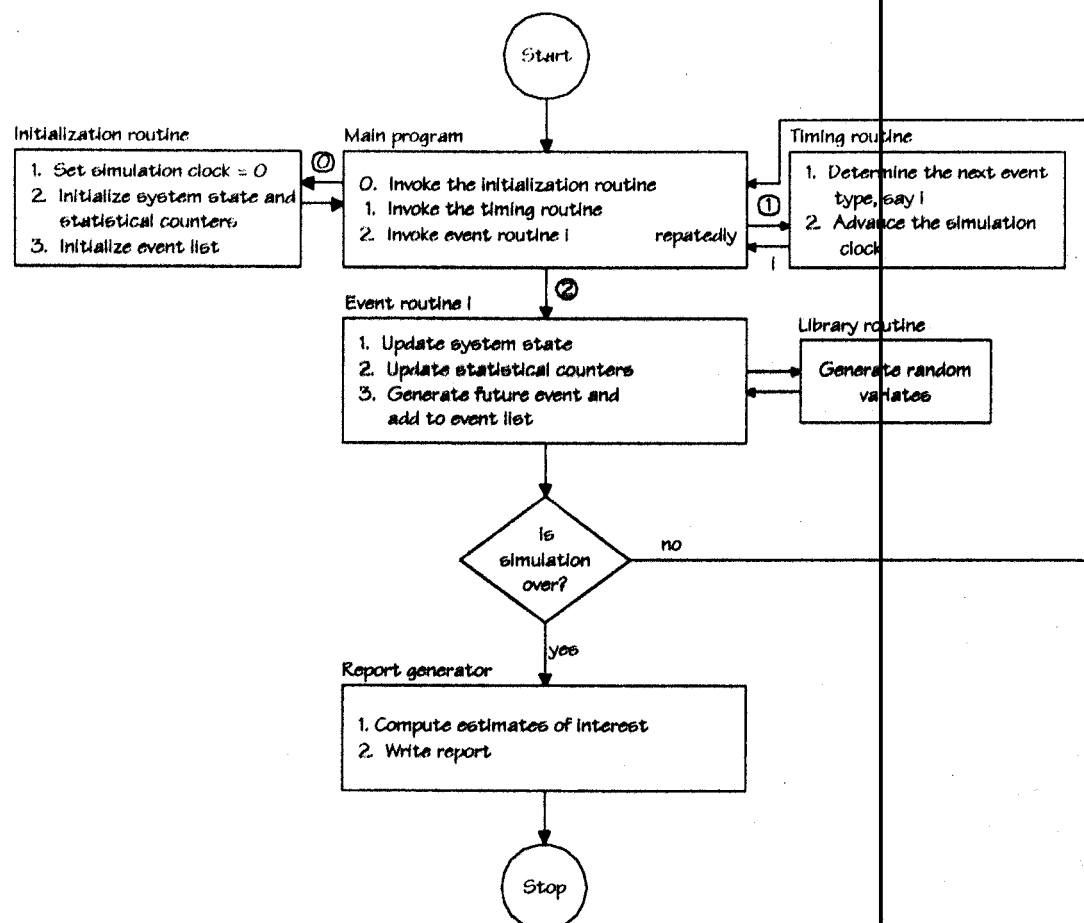
- Pemajuan waktu simulasi even berikutnya (*next event time advance*).
- Pemajuan waktu simulasi dengan penambahan waktu tetap (*fixed increment time advance*).

Pada mekanisme *next event time advance*, pada awal simulasi jam simulasi diberi harga awal nol, dan waktu-waktu kejadian yang akan datang ditentukan. Jam simulasi dimajukan sesuai dengan urutan datangnya terjadinya even dan setiap terjadinya even baru, status dari sistem diperbaharui. Proses ini berulang untuk setiap kejadian dan berhenti setelah kondisi tertentu (akhir simulasi) terpenuhi. Dengan pendekatan *next even time advance*, selang perubahan jam simulasi yang berurutan tidak tetap.

Pada mekanisme *fixed increment time advance*, jam simulasi dimajukan dengan penambahan tetap sebesar Dt unit waktu dimana Dt dipilih sembarang. Setelah jam simulasi berubah secara Dt , baru dilihat apakah ada perubahan kejadian selama terjadi perubahan.

¹⁴ *Ibid.*, halaman 7 - 10.

Model simulasi diskrit merupakan permodelan dari suatu sistem yang berubah menurut waktu yang mana diwujudkan dengan perubahan pada waktu-waktu tertentu atau dengan kata lain sistem yang berubah terhitung pada skala waktu tertentu. Kejadian-kejadian yang terjadi pada waktu tertentu kita sebut dengan even.



Gambar 2.5 Aliran kendali untuk pendekatan waktu even berikutnya.

Sumber: Law, Averill M, and Kelton, David W, *Simulation Modeling And Analysis*, second edition, McGraw-Hill, Inc, Singapore, 1991, halaman 12.

2.4.1. Komponen-komponen dalam model simulasi even diskrit

Model simulasi even diskrit memiliki komponen-komponen yang dimana terdapat susunan logika untuk mengembangkan pengkodean, debugging, serta

perubahan model simulasi pada program komputer. Komponen-komponen itu adalah¹⁵:

State sistem (system state): kumpulan variabel status yang diperlukan untuk menggambarkan sistem pada suatu point waktu tertentu.

Jam simulasi (simulation clock): variabel yang memberikan nilai akhir dari waktu simulasi.

Daftar even (Event list): daftar yang memuat urutan waktu masing-masing tipe even akan terjadi.

Penghitung statistik (statistical counters): variabel-variabel yang digunakan untuk menyimpan informasi statistik tentang perilaku sistem.

Rutin awal (Initialization routine): sub program untuk mengawali (menginisialisasi) model simulasi pada $t = 0$.

Rutin waktu (timing routine): sub program yang menetapkan even berikutnya dari daftar event dan kemudian memajukan jam simulasi yaitu saat even berikutnya terjadi.

Rutin even (event routine): sub program yang memberlakukan (merubah) status sistem ketika suatu tipe even tertentu terjadi.

Library routine: set sub program yang digunakan untuk mengenerate bilangan random dari distribusi probabilitas yang ditentukan sebagai bagian dari model simulasi.

¹⁵ *Ibid.*, halaman 10 - 11.

Pembangkit laporan (report generator): sub program yang menghitung estimasi perilaku sistem dan menghasilkan laporan ketika simulasi berakhir.

Program utama (main program): sub program yang mengeksekusi timing routine untuk menentukan even berikutnya kemudian mentransfer kendali pada rutin even untuk merubah status sistem. Program utama memeriksa selesainya waktu simulasi dan mengeksekusi report generator untuk membuat daftar laporan

2.4.2. Pendekatan-pendekatan pada simulasi sistem diskrit

Ada empat macam pendekatan yang bisa digunakan dalam simulasi sistem diskrit, yaitu pendekatan even (*event approach*), pendekatan aktivitas (*activity approach*), pendekatan interaksi proses (*process interaction approach*), dan pendekatan tiga fase (*three phase approach*)¹⁶.

Keempat pendekatan di atas membagi proses simulasi dalam tiga level yaitu level satu yang merupakan eksekutif, level dua merupakan operasi dan level tiga adalah detailnya.

Eksekutif akan bertanggung jawab untuk mengatur operasi-operasi yang terjadi selama proses simulasi berlangsung. Jadi, eksekutif ini terjadi dari prosedur-prosedur untuk menentukan kapan even selanjutnya akan terjadi dan menjamin bahwa operasi-operasi yang ada berlangsung pada saat yang tepat.

¹⁶Pidd, Michael, *Computer Simulation in Management Science*, John Wiley & Sons Ltd, 2th, Singapore 1988, halaman 51 - 80.

Level dua mengandung sekumpulan pernyataan yang menjelaskan operasi-operasi yang menyusun model. Level ini secara eksplisit menginstruksikan kepada komputer interaksi-interaksi dari entiti-entiti yang ada pada model. Masing-masing cara pendekatan memakai struktur tersendiri dalam menyusun level dua ini. Masing-masing metode membagi operasi-operasi yang menyusun sistem menjadi bangunan blok-blok dasar. Untuk pendekatan even, operasi-operasi tadi dibagi atas blok-blok yang disebut rutin even, sedangkan pendekatan aktivitas, pendekatan interaksi proses, dan pendekatan tiga fase masing-masing dibagi ke dalam blok-blok yang disebut rutin aktifitas dan rutin proses.

Level tiga merupakan rutin-rutin yang digunakan level kedua untuk memodelkan detail dari sistem, meliputi antara lain: rutin pembangkit bilangan random, penghitung statistik, dan rutin pembuat laporan.

2.5. PEMILIHAN DISTRIBUSI PROBABILITAS

2.5.1. Variabel stokastik

Secara formal, proses stokastik adalah urutan atau kumpulan dari variabel-variabel random¹⁷. Khusus pada simulasi sistem, aktivitas stokastik diwujudkan dalam variabel random yang terdiri dari urutan bilangan random yang muncul setiap saat.

Aktivitas stokastik mungkin diskrit atau kontinu. Secara khusus, variabel stokastik diskrit adalah variabel stokastik yang didefinisikan pada ruang sampel diskrit. Ruang sampel diskrit adalah ruang sampel yang mengandung titik yang banyaknya

¹⁷Law, Averill M, and Kelton, David W, *Simulation Modeling And Analysis*, second edition, McGraw-Hill, Inc, Singapore, 1991, halaman 279.

berhingga. Sedangkan variabel stokastik kontinu didefinisikan pada ruang sampel kontinu, yakni ruang sampel yang mengandung titik yang tak berhingga banyaknya.

Dalam melakukan simulasi, adalah penting untuk memahami cara menggambarkan variabel stokastik dan menurunkan bilangan random untuk merepresentasikannya.

2.5.2. Fungsi probabilitas diskrit

Apabila suatu variabel stokastik terdiri dari X nilai yang berbeda atau $X = 1, 2, 3, \dots, x$ dan probabilitas bahwa nilai x terpenuhi adalah $f(x)$, maka $f(x)$ dinamakan fungsi masa probabilitas. Sedangkan fungsi distribusi kumulatif adalah fungsi yang menunjukkan probabilitas bahwa suatu nilai variabel random adalah lebih kecil atau sama dengan suatu nilai yang ditentukan.

Fungsi $f(x)$ adalah suatu fungsi peluang atau distribusi peluang suatu variabel random diskrit X bila untuk setiap hasil x yang mungkin, memenuhi¹⁸:

1. $f(x) \geq 0$
2. $\sum_x f(x) = 1$
3. $P(X = x) = f(x)$

¹⁸ Walpole Ronald E. and Myers, Raymond H., *Probability and Statistics for Engineers and Scientists*, 2nd, edition, Macmillan Pub., co., Inc., 1978, halaman 37.

2.5.3. Fungsi probabilitas kontinu

Suatu variabel random kontinu memiliki peluang nol pada setiap titik x . Karena itu, distribusi peluangnya tidak mungkin disajikan dalam bentuk tabel. Pada kondisi seperti ini berlaku:

$$\begin{aligned} P(a < X \leq b) &= P(a < X < b) + P(X = b) \\ &= P(a < X < b). \end{aligned}$$

Jadi, nilai $P(X = b)$ adalah nol.

Meskipun distribusi probabilitas variabel random kontinu tidak dapat disajikan dalam bentuk tabel, tetapi tetap memiliki rumus. Misalkan distribusi probabilitas X akan dinyatakan dengan $f(x)$. Pada variabel yang kontinu, $f(x)$ biasanya disebut fungsi padat.

Suatu fungsi padat probabilitas dituliskan sedemikian rupa sehingga luas daerah diantara kurva dan sumbu horisontal x yang dihitung atas semua rentangan nilai X adalah 1. Jadi, fungsi $f(x)$ adalah fungsi padat probabilitas random kontinu X yang di definisikan di atas himpunan semua bilangan real R , adalah:

1. $f(x) \geq 0$ untuk semua $x \in R$.
2. $\int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx = 1$.
3. $P(a < X < b) = \int_a^b f(x) dx$.

Distribusi kumulatif $F(x)$ suatu variabel random kontinu X dengan fungsi padat $f(x)$ diberikan oleh:

$$F(x) = P(X \leq x) = \int_{-\infty}^x f(t) dt.$$

2.5.4. Pendugaan distribusi data

Untuk dapat menjalankan eksperimen model simulasi, maka dibutuhkan suatu input dari sistem yang akan disimulasikan. Input tersebut berupa variabel acak yang sudah tersusun dalam bentuk distribusi probabilitas.

Data atau input yang diambil kemudian dapat dipergunakan untuk menentukan distribusi input simulasi. Ada dua macam pendekatan yaitu pendekatan distribusi probabilitas empiris dan pendekatan distribusi probabilitas teoritis.

Distribusi empiris, jika nilai dari data secara langsung dipergunakan untuk mencari distribusi empiris. Distribusi ini biasanya dinyatakan dalam kumulatif probabilitas.

Distribusi teoritis, bilamana teknik-teknik standar dari statistik dipergunakan untuk mencocokkan data dengan distribusi teoritis yang telah ada. Jika kecocokan dinilai sudah cukup baik, maka distribusi tersebut dipergunakan untuk membangkitkan variabel acak tertentu yang diinginkan selama simulasi.

Ada beberapa cara heuristik yang biasa dipergunakan untuk memilih distribusi yang kontinu antara lain: point statistik dan histogram

- Ikhtisar statistik

Metode ini biasa dipergunakan sebagai penduga distribusi tahap awal, salah satu fungsi yang dipergunakan di sini adalah koefisien variansi¹⁹.

$$\sigma = \frac{\sqrt{\text{Var}(x)}}{E(x)} \quad (2 - 1)$$

¹⁹Law, Averill M, and Kelton, David W, *Simulation Modeling And Analysis*, second edition, McGraw-Hill, Inc, Singapore, 1991, halaman 358

dimana $\text{Var}(X)$ dan $E(X)$ adalah varian dan mean dari distribusi.

Karena σ tergantung parameter distribusi yang tidak diketahui, maka σ harus diestimasi dari data. Bila x_1, x_2, \dots, x_k merupakan k buah observasi yang diperoleh dari kumpulan variabel acak yang diinginkan, maka:

$$\bar{x}_{(n)} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2 - 2)$$

$$s^2_{(n)} = \frac{\sum_{i=1}^n [x_i - \bar{x}_n]^2}{n-1} \quad (2 - 3)$$

sehingga estimasi dari σ yang mendekati adalah:

$$\sigma = \frac{\sqrt{s^2_{(n)}}}{\bar{x}_{(n)}} \quad (2 - 4)$$

Untuk variabel random kontinu berlaku:

- $\sigma_{(n)}$ mendekati 1, maka dianggap berdistribusi eksponensial
- $\sigma_{(n)} > 1$, maka data dianggap berdistribusi Gamma atau Weibull dengan parameter $\alpha < 1$.
- $\sigma_{(n)} < 1$, maka data dianggap berdistribusi Gamma atau Weibull dengan parameter $\alpha > 1$.

Distribusi lognormal sering merupakan pendekatan yang baik jika nilai $\sigma_{(n)}$ merupakan suatu bilangan nyata positif, dengan demikian jika nilai $\sigma_{(n)} > 1$, maka distribusi lognormal mungkin merupakan pendekatan yang lebih baik daripada distribusi Gamma atau Weibull

Untuk variabel random diskrit digunakan *lexis ratio* τ dengan fungsi sebagai berikut:

$$\tau_{(n)} = \frac{S^2_{(n)}}{\bar{x}_{(n)}} \quad (2 - 5)$$

- $\tau_{(n)} \sim 1$ akan diduga berdistribusi Poisson
- $\tau_{(n)} < 1$ akan diduga berdistribusi binomial
- $\tau_{(n)} > 1$ akan diduga berdistribusi binomial negatif atau hipergeometrik.

Kelemahan dari metode ini adalah bila pada suatu ketika karena adanya fluktuasi pada data, didapat mean = 0 maka data tersebut tidak tergambarkan dengan baik oleh σ .

- Histogram

Histogram dapat digunakan sebagai petunjuk untuk menentukan distribusi dari data dengan membandingkan plot dari fungsi densitas fungsi yang diduga.

Untuk membuat histogram pertama-tama kita membuat range dari data-data kita ke dalam k interval $(b_0, b_1), (b_1, b_2), \dots, (b_{k-1}, b_k)$ yang mana untuk setiap interval mempunyai lebar yang sama, misal $\Delta b = b_j - b_{j-1}$, untuk $j = 1, 2, 3, \dots, k$, buat q_j yang merupakan proporsi dari x_j yang terletak pada interval ke j akhirnya didefinisikan fungsi dari:

$$h(x) = \begin{cases} 0 & \text{jika } x < b_0 \\ h_j & \text{jika } b_{j-1} \leq x < b_j \text{ untuk } j = 1, 2, \dots, k \\ 0 & \text{jika } b_k \leq x \end{cases}$$

fungsi $h(x)$ ini kemudian kita plot sebagai fungsi dari x . Dari hasil plot ini kemudian dibandingkan terhadap beberapa macam bentuk distribusi. Apabila hasil plot ini

memiliki bentuk yang hampir sama dengan dengan bentuk distribusi yang diduga, maka bahwa data mempunyai distribusi seperti itu. Kesulitan dari histogram adalah dalam menentukan lebar Δb . Untuk dapat menentukan berapa besar harga Δb ini agar dihasilkan plot yang smothed, dilakukan secara coba-coba atau trial and error.

2.5.5. Pendugaan parameter distribusi probabilitas

Ada beberapa cara untuk mendefinisikan parameter distribusi data adalah:

- Parameter lokasi (γ) menyatakan titik lokasi pada sumbu absis (horison) dari harga interval distribusi. Biasanya γ adalah titik tengah dari interval. Bila terjadi perubahan γ , maka distribusi hanya akan berubah ke kiri atau ke kanan saja tanpa ada perubahan yang lain.
- Parameter skala (β) menyatakan skala pengukuran dari nilai-nilai dalam range distribusi. Perubahan parameter skala hanya akan merubah distribusi menjadi memadat atau menyebar tanpa merubah bentuk dasar distribusi.
- Parameter bentuk (α) menentukan perbedaan lokasi skala dan skala dari distribusi.

Pendugaan parameter distribusi dapat dilakukan dengan beberapa metode, akan tetapi yang akan dibahas di sini adalah metode pendugaan kemungkinan terbesar (maksimum likelihood) estimator. Adapun caranya adalah sbb:

Data pengamatan $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ merupakan variabel acak yang identik dan independen. Maka fungsi likekihoodnya merupakan fungsi kedatangan terpadu dari variabel acaknya dan didefinisikan sbb:

$$L(\theta) = \prod_{i=1}^n f_{\theta}(x_i) \quad (2-6)$$

$$L(\theta) = \prod_{i=1}^n f_{\theta}(x_1) \cdot f_{\theta}(x_2) \cdot \dots \cdot f_{\theta}(x_n) \quad (2-7)$$

dimana θ adalah parameter distribusi.

MLE dari θ didefinisikan sebagai nilai dari θ yang memaksimumkan $L(\theta)$ pada seluruh nilai (θ) yang diijinkan. Bila $\theta = (\theta_1, \theta_2)$, maka untuk dapat mendapatkan penduga kemungkinan terbesar dari θ_1 dan θ_2 dihitung dengan menyelesaikan persamaan:

$$\frac{\partial \ln(L(\theta))}{\partial \theta_1} = 0 \quad (2-8)$$

$$\frac{\partial \ln(L(\theta))}{\partial \theta_2} = 0 \quad (2-9)$$

Untuk meyakinkan bahwa θ memaksimumkan $L(\theta)$, maka persamaan di atas diturunkan terhadap θ_q sekali lagi dan dievaluasi pada θ yang telah diketahui.

Persamaannya adalah:

$$\frac{\partial^2 \ln(L(\theta))}{\partial \theta_2} < 0 \quad (2-10)$$

2.5.6. Uji hipotesa distribusi probabilitas

Tahap terakhir dari penentuan data input distribusi adalah menentukan model distribusi data input yang tepat, dari tipe distribusi sampai pada parameternya. Hal tersebut dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu:

a. Prosedur heuristik

Prosedur heuristik menggunakan grafik untuk membandingkan distribusi yang disesuaikan dengan distribusi yang menjadi referensi. Grafik yang digunakan dapat berupa plotting grafik frekuensi maupun plot nilai probabilitas itu sendiri.

b. Test kesesuaian (Goodness of fit)

Secara umum proses ini dilakukan dengan chi square goodness of fit yaitu membandingkan antara data amatan atau observasi (data input) dengan data yang diharapkan dari distribusi yang menjadi referensinya.

$$X^2 = \frac{\sum (o_i - e_i)^2}{e_i} \quad (2-11)$$

X^2 merupakan nilai peubah acak X^2 yang distribusi samplanya dihipotesiskan dengan distribusi chi square dengan o_i dan e_i masing-masing menyatakan frekuensi amatan dan frekuensi harapan dari distribusi referensinya. Bila frekuensi amatan sangat dekat dengan frekuensi harapan, maka nilai $X^2 > X_{\alpha}^2$ menyatakan daerah kritis. Besarnya derajat kebebasan dalam chi square goodness of fit sama dengan banyaknya sel dikurangi banyaknya besaran yang diperoleh dari data input yang diperlukan dalam perhitungan frekuensi harapan.

Metode yang lain dengan menggunakan *Kolmogorov-smirnov goodness of fit*. Uji kesesuaian chi square dapat disamakan dengan membandingkan antara histogram data dengan fungsi masa dari distribusi yang menjadi referensinya, namun pada Kolmogorov smirnov (K-S) test adalah membandingkan suatu fungsi distribusi empirik dengan fungsi F dari distribusi yang dihipotesiskan. K-S tidak menghendaki kita untuk

mengelompokkan data-data (klas) hal tersebut akan mengeliminasi permasalahan interval penggolongan data pada pemilihan klas data.

Untuk mendefinisikan K-S statistik, yang pertama adalah mendefinisikan distribusi empirik, $F_n(x)$.

Distribusi empirik $F_n(x)$ dengan data input x_1, x_2, \dots, x_n

$$F_n(x) = x_i < \frac{x}{n} \quad (2 - 12)$$

Untuk keseluruhan nilai x , formula tersebut sederhananya $F_n(x_i) = \frac{i}{n}$, untuk $i = 1, 2, \dots, n$. Jika $F(x)$ merupakan distribusi yang difittingkan maka sebagai ukuran performansnya adalah kedekatan antara $F_n(x)$ dengan fungsi $f(x)$. Dalam K-S test D_n didefinisikan sebagai jarak terbesar (largest distance) secara vertikal antara F_n dengan $F(x)$ pada seluruh harga dari x atau secara formula sbb:

$$D_n = \sup \left\{ \left| F_n(x) - F(x) \right| \right\} \quad (2 - 13)$$

Sup adalah nilai A paling kecil yang lebih besar atau sama dengan untuk seluruh anggota himpunan A, sebagai contoh $A = \{0,1\}$ maka $\sup = 1$. D_n dapat dihitung dengan perhitungan:

$$D_n^+ = \max \left\{ \frac{i}{n} - F(x_i) \right\} \quad (2 - 14)$$

$$D_n^- = \max \left\{ F(x_i) - \frac{i-1}{n} \right\} \quad (2 - 15)$$

Dan akhirnya $D_n = \max \{D^+, D^-\}$, makin besar harga D_n menunjukkan kecocokan yang jelek dan nilai yang kritis pada tingkat ketelitian α adalah $D_n, 1 - \alpha$. Namun point tersebut tergantung pada spesifikasi distribusi yang difitting.

Namun demikian terdapat beberapa kelemahan yang terdapat pada Kolmogorof-smirnov tes antara lain adalah dalam kasus data diskrit, maka perhitungan nilai kritis harus melalui perhitungan yang berbelit, yang kedua K-S tesnya hanya valid jika keseluruhan parameter telah diketahui dan berdistribusi kontinu, parameter tersebut bukan merupakan estimasi dari data input.

Di sini dalam pengujian hipotesa dipergunakan paket program STATGRAPHICS 5.0 untuk mempercepat prosesnya dan kemudian distribusi mana yang mempunyai tingkat kepercayaan yang tertinggi. Apabila data mempunyai dua distribusi dengan tingkat kepercayaan yang hampir sama, maka pemilihan distribusi berdasarkan aplikasi yang mungkin terhadap distribusi tersebut seperti yang telah dibicarakan di depan.

2.6. PENGHASIL BILANGAN ACAK

2.6.1 Membangkitkan bilangan random

Ada berbagai cara yang bisa digunakan untuk membangkitkan bilangan random, diantaranya adalah:

- Metode Kuadrat Tengah (Mid Square Method)

Metode ini merupakan metode pembangkit aritmatika yang pertama yang diperkenalkan oleh von Neumann dan Metropolis di tahun 1940-an²⁰.

Metode dibuat dengan mengambil bilangan tengah dari kuadrat suatu bilangan random untuk menentukan bilangan random selanjutnya. Misalkan bilangan awal yang

²⁰ *Ibid.*, halaman 422.

dimasukkan adalah 7182. Bilangan ini dikuadratkan dan diambil empat digit yang di tengah yaitu 5811 dan bilangan random yang diperoleh adalah 0.5811. Selanjutnya 5811 dikuadratkan dan diambil empat digit yang di tengah yaitu 7677, berarti dihasilkan bilangan random 0.7677, demikian seterusnya. Kelemahan dari metode ini adalah metode ini bukan metode yang sepenuhnya bersifat acak dalam artian tak dapat diprediksi untuk nilai-nilai yang menjadi urutannya, sekali kita mengetahui satu bilangan maka bilangan-bilangan berikutnya bisa ditentukan secara keseluruhan karena aturan yang digunakan untuk menghasilkan bilangan berikutnya adalah tetap.

- Metode Kongruensi (Congruence Method)

Metode ini merupakan metode yang paling baik dari berbagai metode pembangkit bilangan random pernah dipakai hingga saat ini. Metode ini pertama kali di perkenalkan oleh Lehmer (1951)²¹. Secara matematis, metode ini dapat diekspresikan sebagai:

$$X_{i+1} = (aX_i + c) \pmod{m} \quad \text{untuk } i = 0, \dots, n \quad (2 - 16)$$

dimana $\{X_i\}$ adalah bilangan random tak sebenarnya. Dengan memberikan nilai pada konstanta a , c , dan m maka penurunan bilangan random yang ke $(i + 1)$ selalu bisa dilakukan dengan menginputkan bilangan random yang ke- i . Dengan demikian diperlukan bilangan awal X_0 yang disebut seed. Nilai seed ini sangat mempengaruhi urutan bilangan random yang akan terbentuk dan menentukan panjang pendeknya siklus pengulangan urutan tersebut.

²¹ Pidd, Michael, *Computer Simulation in Management Science*, John Wiley & Sons Ltd, 2th, Singapore 1988, halaman 175 - 179.

Ada tiga metode pembangkit bilangan random dengan metode kongruensi yaitu metode aditif, multiplikatif dan kongruensial gabungan. Bila nilai $a = 1$ maka metode ini disebut metode aditif, dan bila $c = 0$ disebut metode multiplikatif. Sedangkan kongruensial gabungan adalah seperti diekspresikan dengan persamaan di atas.

2.6.2. Membangkitkan variabel random

Ada beberapa cara yang bisa digunakan untuk membangkitkan bilangan random agar mengikuti distribusi tertentu, antara lain metode inversi, metode komposisi dan metode konvolusi²².

- Metode inversi

Metode ini bisa dipakai apabila terpenuhi dua kondisi, yaitu fungsi padat probabilitas (pdf) nya diketahui dan pdf tersebut bisa diintegrasikan. Metode ini cocok untuk distribusi kontinu tertentu.

Misalkan suatu variabel random X memiliki nilai antara $-\infty$ sampai $+\infty$, maka:

$$P(x < X < x + \delta x) = f(x) \delta x \quad (2 - 17)$$

$F(x)$ dalam hal ini adalah fungsi padat probabilitas. Selanjutnya fungsi distribusi kumulatifnya dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$F(x) = P(X \leq x) = \int_{-\infty}^x f(t) dt \quad (2 - 18)$$

Anggap bahwa $F(x)$ diganti dengan u , dimana u adalah variabel random berdistribusi uniform antara 0 dan 1. Dari sini, nilai-nilai u dapat ditransformasi pada x , atau:

²²Law, Averill M, and Kelton, David W, *Simulation Modeling And Analysis*, second edition, McGraw-Hill, Inc, Singapore, 1991, halaman 465 -478.

$$\text{Jika } u = F(x) = \int_{-\infty}^x f(t) dt \quad (2 - 19)$$

$$\text{maka } x = G(u) \quad (2 - 20)$$

dimana $G(u)$ adalah fungsi invers kumulatif. Jadi, $G(u)$ dipakai untuk mentransformasikan nilai u ke x , sehingga:

$$G(u) = F^{-1}(x) \quad (2 - 21)$$

Contoh yang paling populer dari penggunaan metode inversi adalah pada distribusi eksponensial negatif, dimana:

$$\begin{aligned} f(x) &= \lambda e^{-\lambda x} \text{ untuk } 0 \leq x < \infty \\ &= 0 \text{ untuk } x \text{ yang lainnya} \end{aligned}$$

$$\text{dan } \mu = 1/\lambda$$

maka:

$$F(x) = \int_0^x \lambda e^{-\lambda t} dt$$

$$= 1 - e^{-\lambda x}$$

$$u = 1 - e^{-\lambda x}$$

$$(1 - u) = e^{-\lambda x}$$

$$\ln(1 - u) = -\lambda x$$

$$x = -1/\lambda \ln(1 - u)$$

Pendekatan metode invers untuk beberapa macam distribusi kontinu²³ :

²³ *Ibid.*, halaman 485 - 492.

a. Distribusi Uniform

Distribusi Uniform $U(a, b)$ diinverskan $u = F(x)$, $0 \leq u \leq 1$, $x = F^{-1}(u) = a + (b - a)u$ atau dengan algoritma sebagai berikut:

- generate $U(0, 1)$.
- kembalikan $x = a + (b - a)U$.

b. Distribusi Eksponensial

- generate $U(0, 1)$.
- kembalikan $x = -\beta \ln U$.

c. Distribusi Weibull

- generate $U(0, 1)$.
- kembalikan $x = -\beta (-\ln U)^{1/\alpha}$.

d. Distribusi Lognormal

- generate Y sebagai fungsi $N(\mu, \sigma^2)$.
- kembalikan $x = e^Y$.

e. Distribusi Gamma

- generate U_1 sebagai $U(0, 1)$, $P = bU_1$ jika $P > 1$ langkah 3, sebaliknya langkah 2.
- $Y = P^{1/\alpha}$, dan generate U_2 sebagai $U(0, 1)$. Jika $U_2 \leq e^{-Y}$, kembalikan $X = Y$, sebaliknya kembali ke langkah 1.
- $Y = -\ln \left[\frac{(b - P)}{\alpha} \right]$ dan generate U_2 sebagai $U(0, 1)$. Jika $U_2 \leq Y^{\alpha-1}$ kembalikan $X = Y$, sebaliknya kembali ke langkah 1.

f. Distribusi Normal

- generate U_1 dan U_2 sebagai uniform 0,1.
- $V_i = 2U_i - 1, i = 1, 2.$
- $W = V_1^2 + V_2^2.$
- Jika $W > 1$ kembali ke langkah 1, sebaliknya $Y = \sqrt{\frac{-2 \ln W}{W}}, X_1 = V_1 Y, \text{ dan } X_2 = V_2 Y$ maka X_1 dan X_2 Normal (0, 1) acak peubah.

g. Distribusi Erlang

- generate U_1, U_2, \dots, U_m sebagai $U(0,1).$
- kembalikan $X = \frac{-\beta}{m} \ln \left(\prod_{i=1}^m U_i \right).$

- Metode komposisi

Metode ini biasanya digunakan bila akan melahirkan bilangan random dari suatu fungsi distribusi F yang bisa dinyatakan sebagai kombinasi dari fungsi distribusi yang lain, misalnya F_1, F_2, \dots, F_j dimana F_j lebih mudah dibangkitkan dibandingkan dengan F .

- Metode Konvolusi

Metode ini digunakan jika diinginkan untuk membangkitkan variabel random x yang dinyatakan sebagai:

$$X = Y_1 + Y_2 + \dots + Y_m \quad (2 - 22)$$

dimana Y_1, Y_2, \dots, Y_m adalah variabel random yang lain.

BAB III

PENGEMBANGAN MODEL

3.1. KONDISI UMUM

Unit Transfusi Darah PMI merupakan instansi yang menangani usaha transfusi darah berdiri sejak tahun 1949 dalam tugas dan fungsinya sebagai pengelola dan pelaksana usaha transfusi darah merupakan lembaga resmi pemerintah yang dituntut harus selalu berperan aktif dalam masalah penyediaan darah baik yang sifatnya regional, nasional, maupun universal antar bangsa.

Kegiatan atau aktifitas yang dilakukan UTD PMI Surabaya meliputi: Pertama, pengerahan donor darah yaitu memberi penerangan dan motivasi kepada masyarakat akan pentingnya donor darah, penyebarluasan informasi, pendekatan dan kerja sama dengan instansi-instansi serta mempertahankan kelestarian donor.

Kedua, pelayanan donor yaitu melakukan pengambilan darah di UTD PMI, pelayanan donor darah dengan mobil unit serta pelayanan donor darah pengganti.

Ketiga, pemeriksaan laboratorium, pemeriksaan golongan darah, uji saring (anti HIV, Hbs Ag, VDRL, anti HCV) serta proses crossmatch (mencocokkan darah pasien dengan darah donor).

Keempat, pengolahan darah yaitu usaha menyediakan darah lengkap (whole blood) dan komponen-komponen darah seperti: packed red cell, washed erithrocyt

(red cell), leucocyte poor red cell, fresh plasma, liquid plasma, fresh frozen plasma, thrombocyte concentrate, serta anti hemofilia faktor.

Kelima, penyaluran darah melalui bank darah di RSUD dr. Soetomo dan rumah sakit-rumah sakit lain, serta UTD PMI lain.

Diantara aktifitas-aktifitas yang telah disebutkan di atas, yang akan dibahas dalam penulisan tugas akhir ini adalah aktifitas pengelolaan persediaan darah dimana bertujuan untuk memberikan alternatif pengelolaan sistem persediaan darah agar dapat secara optimal menyeimbangkan antara penyediaan dan permintaan.

Rumah sakit adalah merupakan pengguna darah untuk diberikan kepada penderita yang memerlukan, sampai saat ini jumlah rumah sakit di Surabaya yang dilayani oleh UTD PMI Surabaya adalah:

- Jumlah rumah sakit: 20 buah (4388 tempat tidur).
- Jumlah rumah bersalin: 28 buah (709 tempat tidur).

selain itu juga melayani kebutuhan darah bagi rumah sakit di luar Surabaya dan UTD cabang lain di Jawa Timur, bahkan sampai ke luar propinsi.

Jumlah kebutuhan darah yang datang setiap harinya rata-rata 235 bags, jumlah ini termasuk: permintaan langsung ke UTD atas nama rumah sakit baik di Surabaya maupun daerah di luar Surabaya dan dropping darah melalui bank darah yang ada di RSUD dr. Soetomo.

Sedangkan jumlah donor yang datang setiap harinya berfluktuasi dengan rata-rata kedatangan kurang lebih 206 donor, jumlah tersebut berasal dari donor yang

datang langsung ke UTD dan dari mobil unit yang melakukan pengambilan darah di luar UTD PMI Surabaya.

Dalam pelaksanaan tugasnya banyak kesulitan muncul khususnya dalam masalah penyediaan darah, hal ini terutama diakibatkan karena semakin meningkat dan berfluktuasinya kebutuhan akan darah. Pada bulan-bulan tertentu terjadi kelebihan persediaan sehingga darah harus disalurkan melalui dropping di luar UTD Surabaya antara lain melalui bank-bank darah dan UTD PMI lain, baik dalam propinsi maupun antar propinsi. Sedangkan pada bulan lainnya terjadi kelangkaan persediaan, sehingga pasien harus mencari donor pengganti apabila terjadi permintaan, sedangkan upaya yang bisa dilakukan UTD PMI adalah lebih meningkatkan kegiatan mobil unitnya.

Pada saat ini UTD PMI memiliki sejumlah karyawan/karyawati yang melayani kebutuhan donor maupun permintaan pasien, yang terdiri dari: dokter, akademi analis medis, analis medis, asisten transfusi darah serta tenaga-tenaga administrasi. Dalam batasan sistem yang diamati, yaitu bagian sistem yang menyangkut aktifitas pengelolaan persediaan darah mulai dari kedatangan donor hingga darah siap ditransfusikan, aktifitas-aktifitas yang terjadi hanya berkaitan langsung dengan kurang lebih 44 tenaga kesehatan serta 3 orang tenaga administrasi donor dari keseluruhan karyawan/karyawati yang berjumlah kurang lebih 117 orang.

Sejumlah tenaga kesehatan tersebut ditempatkan di bagian-bagian antara lain: bagian aftar 25 orang, bagian pengambilan sample 3 orang, bagian laboratorium serologi 5 orang, bagian produksi komponen 8 orang, serta bagian crossmatch yang setiap shiftnya dilayani 3 orang asisten transfusi darah.

Pada saat ini UTD PMI memiliki beberapa fasilitas pelayanan antara lain 7 instrumen uji saring (anti HIV dan Hbs Ag), 18 bed pengambilan darah dan 4 buah mobil unit, 3 buah centrifuge pembuatan komponen darah serta peralatan-peralatan yang ada di laboratorium crossmatch.

3.1.1. Penentuan prioritas kegiatan

Disiplin antrian menunjukkan pedoman keputusan yang digunakan untuk menseleksi individu-individu yang memasuki antrian untuk dilayani terlebih dahulu (menjadi prioritas) hal ini bisa terjadi karena terbatasnya jumlah pelayan atau server dibandingkan dengan jumlah kustomer yang datang.

Hal ini terjadi pula dalam sistem pelayanan transfusi darah yang terjadi di PMI cabang Surabaya. Mengingat banyaknya aktifitas yang harus dilakukan, sehingga pihak manajemen memutuskan bahwa beberapa aktifitas harus dilayani oleh petugas dari kelompok petugas yang sama dengan suatu prioritas kegiatan.

Untuk donor baru yang datang ke meja pemeriksaan golongan darah maka petugas pemeriksa golongan darah diambil dari salah satu petugas aftap (server II) sampai semua antrian donor yang ada di meja tersebut selesai dilayani. Demikian pula untuk aktifitas mobil unit yang terjadi mulai jam 7⁰⁰ hingga jam 13⁰⁰, petugas diambil dari empat orang petugas aftap yang ada di bagian penyadapan. Sehingga apabila kedua aktifitas tersebut di atas terjadi secara bersamaan, maka petugas bagian aftap akan berkurang sebanyak lima orang.

Untuk kelompok petugas bagian komponen, selain harus melakukan tugas pembuatan komponen, pengecekan golongan darah, maka salah satu petugas bagian tersebut juga harus melaksanakan aktifitas pengiriman darah (dropping) ke bank darah yang ada di rumah sakit dr. Soetomo yang berlangsung setiap harinya pukul 7⁰⁰ hingga 11⁰⁰. Dari ketiga aktifitas tersebut yang mendapat prioritas pertama adalah aktifitas pengiriman darah (dropping), disusul pengecekan golongan darah yang berlangsung secara singkat dan yang memperoleh prioritas terakhir adalah aktifitas produksi komponen darah.

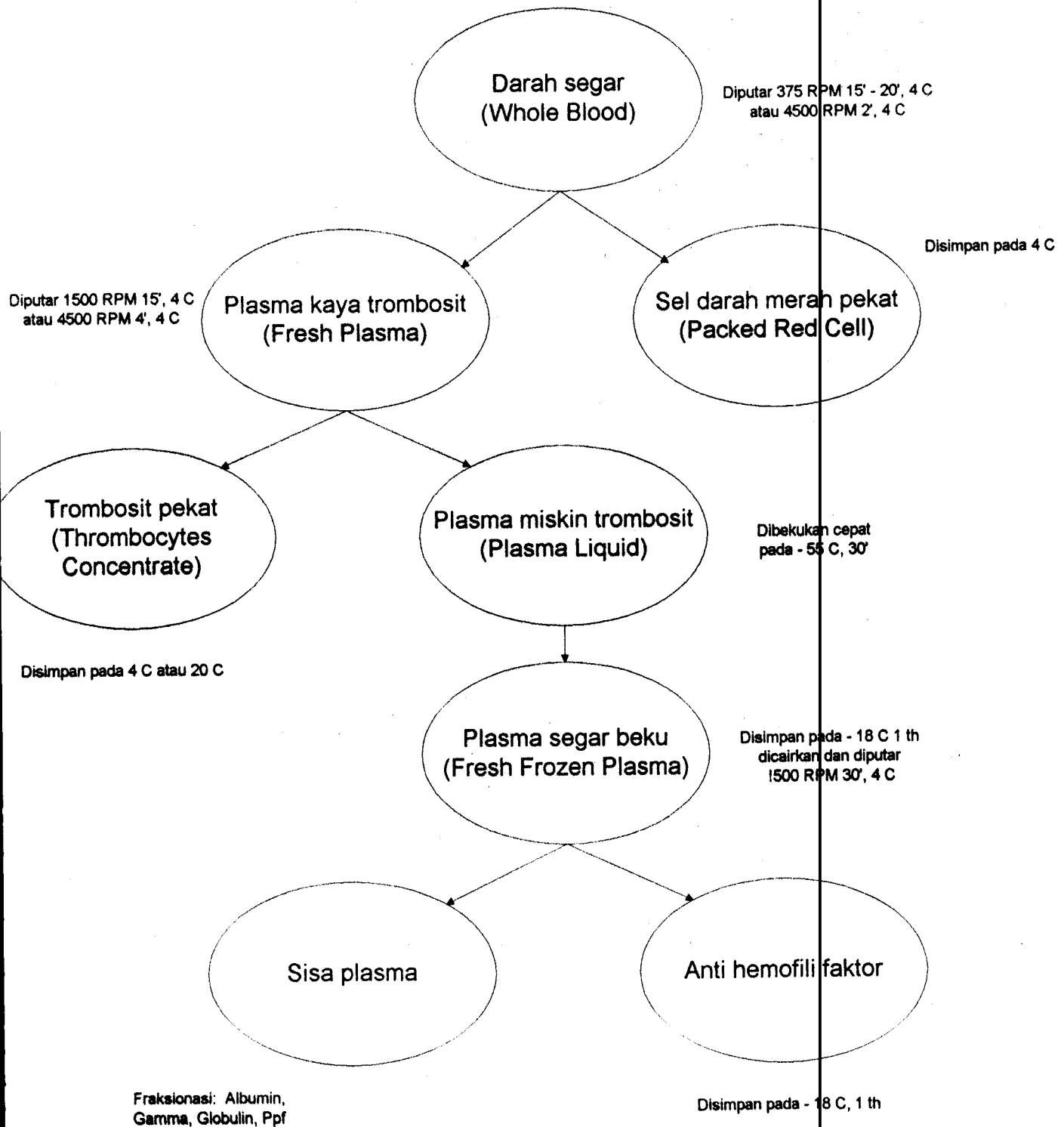
Petugas di bagian crossmatch, selain harus melakukan aktifitas di bagian tersebut juga harus melayani proses serah terima atau penyelesaian administrasi dengan prioritas, apabila proses crossmatch selesai dilakukan maka langsung diteruskan dengan serah terima darah kepada keluarga pasien.

Disiplin antrian yang terjadi pada proses produksi komponen adalah menggunakan aturan prioritas *produksi komponen yang memiliki level lebih tinggi*, hal ini dimaksudkan agar tidak terjadi kelebihan produksi komponen yang bisa mengurangi jumlah persediaan darah lengkap (lihat diagram penggunaan darah secara efisien).

Produksi komponen dilakukan dengan aturan prioritas sebagai berikut:

1. Fresh Plasma (FP)
2. Pletelet Rich Plasma (PRP)
3. Plasma (PL)
4. Thrombocyte Concentrate (TC)
5. Fresh Frozen Plasma (FFP)

PENGGUNAAN DARAH SECARA EFISIEN



Gambar 3.1 Penggunaan darah secara efisien
Sumber: Unit Transfusi Darah PMI Surabaya

6. Anti Hemofili Factor (AHF)
7. Packed Red Cell (PRC/PC)
8. Washed Erithrocyte (WE)

3.2. PERMODELAN SISTEM

Komponen adalah bagian dari sistem yang akan menerangkan sistem lebih lanjut. Komponen bukan merupakan suatu variabel atau parameter ataupun sesuatu yang punya nilai. Dalam simulasi komponen-komponen penting ini dikenal dengan nama entiti.

Pada pemodelan sistem pengelolaan persediaan darah di Unit Transfusi Darah PMI Surabaya permasalahan nyata yang terjadi adalah sedemikian kompleksnya sehingga untuk memodelkan sistem yang ada, tidak luput dari berbagai pendekatan dan penyederhanaan.

Untuk memperjelas cara kerja sistem yang akan dimodelkan maka berikut ini akan diuraikan berturut-turut entiti-entiti yang terlibat dalam model, aktifitas-aktifitas yang dilakukan oleh masing-masing entiti dan cara kerja sistem secara keseluruhan.

3.2.1. Identifikasi entiti-entiti dari sistem

Ada dua belas entiti yang terlibat dalam pembuatan model simulasi pengelolaan persediaan darah di UTD PMI Surabaya, antara lain:

1. Donor

Donor ialah orang yang datang ke UTD untuk menyumbangkan darahnya. Donor yang datang terdiri dari donor baru dan donor lama. Donor baru terlebih dahulu harus mengisi formulir donor dan menjalani pemeriksaan golongan. Sedangkan donor lama yang telah memiliki kartu donor bisa langsung menuju loket pendaftaran tanpa harus menjalani pemeriksaan golongan darah. Setiap kali dilakukan generate donor, darah yang diperoleh dari hasil penyadapan akan dikonversikan dengan satu bags darah lengkap.

2. Petugas administrasi donor

Ialah petugas yang melayani loket donor untuk donor baru maupun donor lama. Keseluruhan petugas yang berada di bagian tersebut berjumlah 6 orang tetapi yang berhubungan langsung dengan donor hanya 3 orang.

3. Petugas bagian aftap

Ialah petugas di bagian penyadapan darah atau yang diistilahkan dengan aftap. Jumlah keseluruhan petugas di bagian ini berjumlah 25 orang termasuk seorang kepala bagian dan seorang pemanggil donor. Sehingga jumlah efektif yang berada di bagian tersebut berkisar 15 orang.

4. Bed

Bed ialah tempat tidur donor yang berada diruangan aftap yang berjumlah 18 unit.

5. Petugas bagian laboratorium serologi

Ialah petugas yang melakukan pengujian saring (anti HIV dan Hbs Ag) di laboratorium serologi. Laboratorium ini dilayani oleh 5 orang petugas setiap shift

kerja, 3 orang bertugas menyiapkan peralatan dan 2 orang melakukan uji saring.

6. Alat uji saring

Ialah fasilitas yang digunakan untuk melakukan uji saring, yang terdiri dari dua mesin yang dinamakan *Commander*

7. Petugas bagian komponen

Ialah petugas di bagian persediaan dan produksi komponen darah yang terdiri dari 5 orang.

8. Pasien

Pasien adalah pihak keluarga pasien ataupun petugas rumah sakit yang datang ke UTD untuk mengajukan permintaan darah atas rekomendasi dari rumah sakit tempat pasien dirawat.

9. Dropping

Dropping ialah permintaan pengiriman darah yang datang dari bank darah di RSUD dr. Soetomo maupun UTD lain atau rumah sakit di luar Surabaya.

10. Petugas laboratorium crossmatch

Ialah petugas yang melayani permintaan darah yang datang ke UTD dengan melalui proses pencocokan darah donor dengan darah pasien. Jumlah petugas di bagian ini 4 orang untuk shift pagi sedangkan shift siang dan malam hanya 3 petugas.

11. Petugas pengambil sample darah

Ialah tiga orang petugas yang melakukan pengambilan sampel darah yang digunakan pada uji saring di laboratorium serologi.

12. Mobil unit

Mobil unit ialah aktifitas pengambilan yang dilakukan diluar UTD yang dilayani oleh 4 orang petugas aftar beserta 1 orang sopir, 1 orang tenaga administrasi dan 1 orang dokter.

3.2.2. Aktifitas-aktifitas entiti sistem

Masing-masing entiti yang terlibat dalam sistem akan mengalami dua kondisi yang terjadinya silih berganti antara kondisi pasif dan kondisi aktif. Suatu entiti dikatakan berada dalam kondisi pasif apabila entiti tersebut sedang menunggu keberadaan sumber atau entiti lain dalam suatu sistem. Dikatakan berada dalam kondisi aktif apabila suatu entiti berpadu dalam suatu aktifitas dengan satu atau lebih entiti lainnya.

Untuk membuat suatu model simulasi harus diketahui aktifitas yang dilakukan oleh masing-masing entiti dalam sistem tersebut. Adapun aktifitas masing-masing entiti tersebut adalah:

1. Donor

- Periksa golongan darah (diperiksa golongan darah).
- Daftar loket (menuju ke loket pendaftaran donor).
- Periksa (diperiksa kesehatan).
- Aftar (dilakukan pengambilan darah).
- Pengambilan sample (dilakukan pengambilan sampel dari bags darah).

setelah pengambilan sample, masing-masing bags darah yang diperoleh menjadi dua entiti yaitu sample dan bags darah lengkap, yang masing-masing memiliki urutan aktifitas sbb:

- Sampel

- Serologi (sampel darah diuji saring).
- Dropping (diberikan rekomendasi lolos uji saring untuk dropping).
- Serah terima (diberikan rekomendasi lolos uji saring kepada keluarga pasien).

- Bags darah lengkap

- Cek golongan darah (golongan darah dicek ulang).
- Buat komponen (dilakukan produksi komponen).
- Dropping (dikirim melalui proses dropping).
- Crossmatch (dilakukan pencocokan silang).
- Serah terima (diserahkan kepada keluarga pasien atau petugas rumah sakit).

2. Petugas administrasi donor (Server I)

- Daftar loket (membuat kartu baru atau mencarikan kartu donor).

3. Petugas bagian aftap (Server II)

- Periksa golongan darah (memeriksa golongan darah untuk donor baru).
- Periksa (memeriksa kondisi kesehatan donor)
- Aftap (melakukan pengambilan darah)
- Aftap mobil unit (melakukan pengambilan darah di luar UTD PMI)

4. Bed

- Periksa (digunakan untuk pemeriksaan kesehatan).
- Aftap (digunakan untuk pengambilan darah).

5. Petugas lab. Serologi (Server IV)

- Serologi (menyiapkan proses uji saring masing-masing sampel)

6. Alat uji saring

- Serologi (melakukan uji saring)

7. Petugas bag. komponen (Server V)

- Buat komponen (membuat komponen darah)
- Dropping (melakukan pengiriman ke bank darah)

8. Pasien

- Crossmatch (darah pasien dicocokkan silang dengan darah donor).
- Serah terima (keluarga pasien menerima darah dari loket permintaan).

9. Dropping

- Dropping (permintaan dropping dilayani).

10. Petugas lab. crossmatch (Server VI)

- Crossmatch (melakukan proses pencocokan silang)
- Serah terima (menyerahkan darah ke keluarga pasien atau petugas rumah sakit).

11. Petugas pengambilan sampel (Server III)

- Pengambilan sampel (mengambil sampel dari masing-masing bags)

12. Mobil unit

- Aftap mobil unit (donor diluar UTD PMI dilayani)

setelah aftap mobil unit, masing-masing bags darah yang diperoleh menjadi dua entiti yaitu sample dan bags darah lengkap, yang masing-masing memiliki urutan aktifitas sbb:

- Sampel

- Serologi (sampel darah diuji saring).
- Dropping (diberikan rekomendasi lolos uji saring untuk dropping).
- Serah terima (diberikan rekomendasi lolos uji saring kepada keluarga pasien).

- Bags darah lengkap

- Cek golongan darah (golongan darah dicek ulang).
- Buat komponen (dilakukan produksi komponen).
- Dropping (dikirim melalui proses dropping).
- Crossmatch (dilakukan pencocokan silang).
- Serah terima (diserahkan kepada keluarga pasien atau petugas rumah sakit).

3.2.3. Cara kerja sistem

Donor yang datang di UTD PMI Surabaya dibedakan atas donor baru dan donor lama. Donor baru yang datang mengisi dan menyerahkan formulir donor sukarela ke bagian pemeriksaan golongan darah dan kadar haemoglobine dalam darah (Hb). Setelah diketahui golongan darahnya, donor baru tersebut mendaftar di loket pendaftaran untuk dibuatkan kartu donor, sedangkan kedatangan donor lama langsung menuju loket pendaftaran untuk menyerahkan kartu donornya tanpa harus melalui pemeriksaan golongan darah.

Setelah melewati aktifitas loket pendaftaran perlakuan antara donor baru dengan donor lama sudah tidak dibedakan lagi. Donor yang datang menunggu panggilan dari bagian aftap untuk dilakukan pemeriksaan kesehatan dan dilanjutkan dengan penyadapan.

Masing-masing bags darah yang terkumpul diambil sampelnya untuk dilakukan uji saring terhadap virus HIV (AIDS) dan Hbs Ag (Hepatitis) di laboratorium serologi.

Bags darah yang telah diambil sampelnya dibawa kebagian komponen untuk dilakukan pengecekan ulang golongan darah. Di bagian ini juga diputuskan apakah dari darah segar yang diterima perlu dibuat komponen-komponen darah yang antara lain: packed red cell, washed erithrocyt (red cell), leucocyte poor red cell, fresh plasma, liquid plasma, fresh frozen plasma, thrombocyte concentrate, serta anti hemofilia faktor. Darah yang dibuat komponennya maupun yang masih berupa darah lengkap kemudian disimpan di blood bank yang ada di bagian tersebut.

Persediaan darah lengkap juga datang dari aktifitas mobil unit yang diaktifkan di luar UTD. Darah yang datang dari mobil unit ini masing-masing telah juga diambil sampel darahnya. Setelah sampai di bagian komponen darah langsung di cek ulang menurut golongannya, dan setelah itu diperlukan layaknya darah yang berasal dari bagian aftap. Demikian juga untuk sampel darah, langsung dibawa ke laboratorium serologi untuk dilakukan uji saring.

Permintaan darah berasal dari keluarga pasien atau petugas rumah sakit yang datang melalui loket permintaan yang ada di bagian crossmatch. Permintaan dilayani setelah petugas laboratorium crossmatch menerima sampel darah pasien dan ada stok darah di blood bank.

Crossmatch adalah reksi silang in vitro (diluar tubuh) antara darah pasien yang akan ditransfusi darah dengan darah donor yang akan ditransfusikan. Reaksi ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah darah donor yang akan ditransfusikan itu nantinya akan dilawan oleh serum pasien di dalam tubuhnya, atau adakah plasma donor yang turut ditransfusikan akan melawan sel pasien di dalam tubuhnya hingga akan memperberat anemia, disamping kemungkinan adanya reaksi hemolytic transfusi yang bisa membahayakan pasien. Apabila terjadi kekosongan persediaan maka keluarga si pasien disarankan mencari donor pengganti.

Proses serah terima darah yang telah dicocokkan silang harus menunggu rekomendasi dari laboratorium serologi yang menyatakan bahwa darah layak untuk ditransfusikan.

Permintaan darah juga berasal dari permintaan dropping darah baik yang datang dari bank darah yang ada di RSUD dr. Soetomo maupun dari UTD lain dalam maupun di luar propinsi. Permintaan ini dilayani setelah ada rekomendasi dari laboratorium serologi tetapi tanpa melalui proses pencocokan silang yang ada di laboratorium crossmatch.

3.2.4. Diagram lingkaran aktifitas

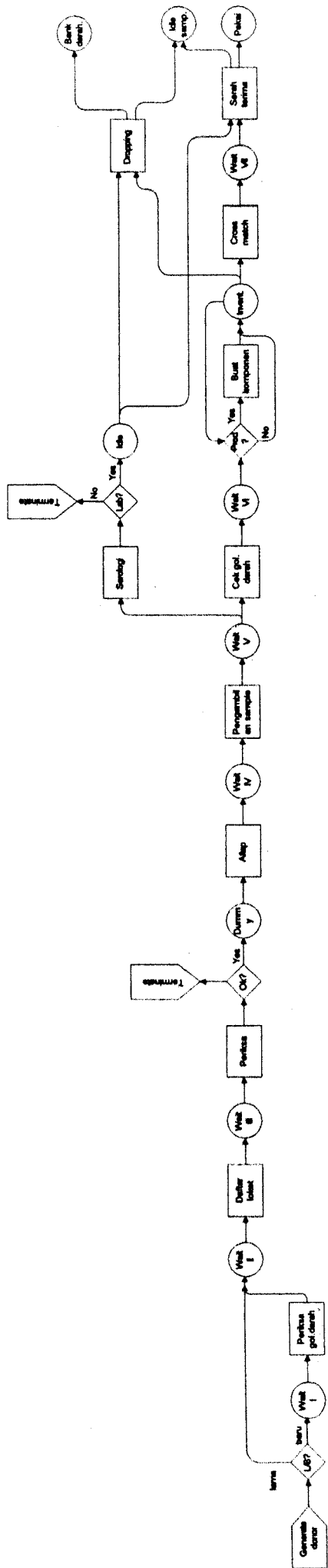
Penggambaran sistem ke dalam diagram lingkaran aktifitas akan dilakukan untuk masing-masing entiti dan selanjutnya akan digabungkan dalam diagram secara keseluruhan sesuai dengan cara kerja sistem yang diuraikan di atas.

Diagram lingkaran aktifitas untuk masing-masing entiti maupun untuk keseluruhan sistem ditunjukkan secara berturut-turut dalam gambar di halaman berikut:

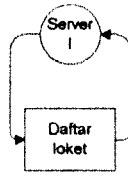
3.3 VALIDASI MODEL

Validasi model adalah evaluasi dari permodelan yang telah dibuat, apakah sesuai dengan problem nyata yang ada. Validasi yang digunakan adalah validasi kotak hitam yaitu validasi yang dilakukan dengan pengetesan atau pengecekan kembali terhadap komponen-komponen penting dalam sistem dan cara kerja atau interaksinya.

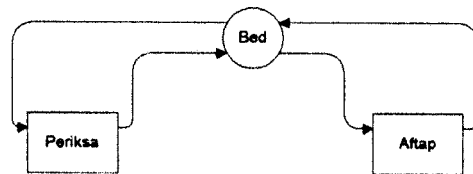
Pengecekan terhadap entiti-entiti dilakukan dengan meneliti apakah entiti-entiti yang ada dalam model telah sesuai dengan problem nyatanya. Dilakukan dengan membandingkan model yang ada dengan keadaan nyata dalam pengelolaan persediaan darah yang terjadi di UTD PMI Surabaya.



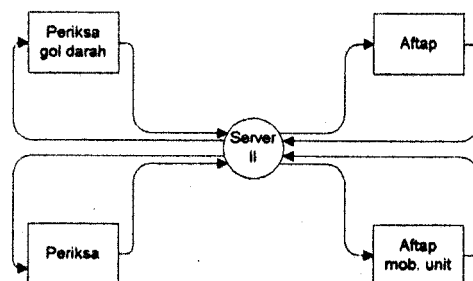
Gambar 3.2 Activity Cycle Diagram Entiti Donor



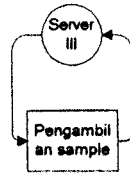
Gambar 3.3 ACD Entiti Petugas Adm. Donor



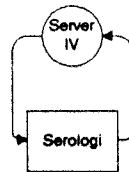
Gambar 3.4 ACD Entiti Bed



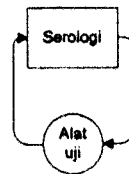
Gambar 3.5 ACD Entiti Petugas Bagian Aftap



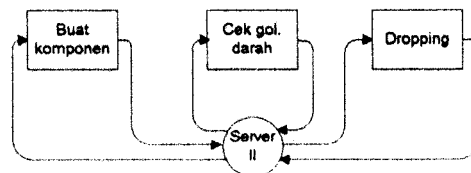
Gambar 3.6 ACD Entiti Petugas Pengambil Sampel Darah



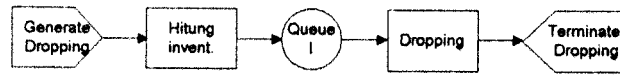
Gambar 3.7 ACD Entiti Petugas Lab. Serologi



Gambar 3.8 ACD Entiti Alat Uji Saring



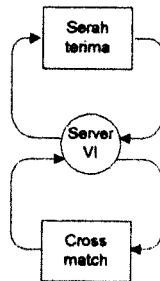
Gambar 3.9 ACD Entiti Petugas Bag. Komponen



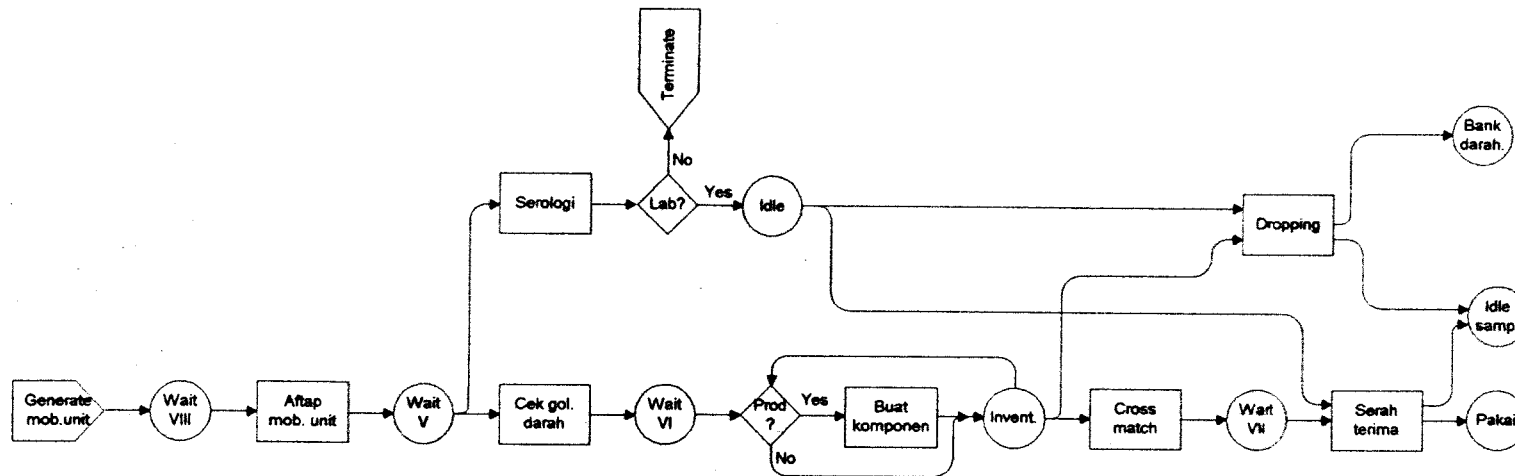
Gambar 3.10 ACD Entiti Dropping



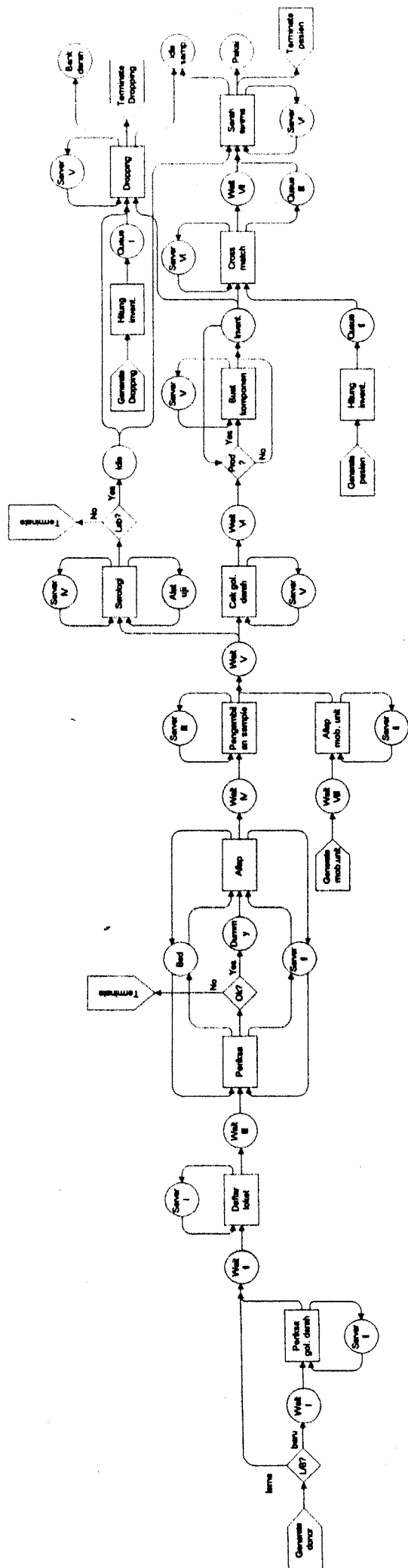
Gambar 3.11 ACD Entiti Pasien



Gambar 3.12 ACD Entiti Petugas Lab. Crossmatch



Gambar 3.13 Activity Cycle Diagram Entiti Mobil Unit



Gambar 3.14 Activity Cycle Diagram Sistem Pengambilan Darah di Unit Transfusi Darah PMI Cabang Surabaya

Selanjutnya dilakukan pengecekan terhadap interaksi-interaksi yang ada antara entiti-entiti dalam model dengan keadaan nyata sistem pengelolaan persediaan darah yang ada. Dilakukan dengan meneliti kembali diagram lingkaran aktifitas dengan proses pengelolaan persediaan yang sebenarnya.

Terakhir dilakukan pengecekan terhadap penghasil variabel acak pada sub rutin program simulasi apakah rata-rata dari variabel acak yang dihasilkan sesuai dengan rata-rata dari data yang ada. Dilakukan dengan me-running subrutin pada kondisi steady state kemudian dilakukan perbandingan dengan data sebenarnya yang diambil dari sistem.

3.4. PENDEKATAN PEMROGRAMAN

Dalam simulasi ini digunakan pendekatan aktifitas, alasan mengapa digunakan pendekatan tersebut adalah sebagai berikut:

- Mengingat banyaknya aktifitas, dan kompleksnya interaksi antar aktifitas yang terjadi dalam sistem maka akan lebih mudah untuk cenderung memperlakukan model sebagai sistem yang terdiri dari aktifitas bebas (*independent activity*).
- Pendekatan aktifitas memungkinkan untuk membuat bagian-bagian program menjadi lebih sederhana.
- Analisis tidak perlu memusatkan perhatian pada operasi-operasi yang terjadi akibat berubahnya status, dan lebih memfokuskan pada interaksi yang terjadi diantara kelas-kelas entiti.

- Masing-masing aktifitas dalam program lebih mudah untuk dimodifikasi dengan aktifitas tambahan.

Dengan menggunakan pendekatan aktifitas maka semua aktifitas entiti tersebut dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Kedatangan donor.
2. Mulai pemeriksaan golongan darah.
3. Akhir pemeriksaan golongan darah.
4. Mulai pendaftaran loket.
5. Akhir pendaftaran loket.
6. Mulai pemeriksaan kesehatan
7. Akhir pemeriksaan kesehatan.
8. Mulai penyadapan darah.
9. Akhir penyadapan darah.
10. Mulai pengambilan sampel.
11. Akhir pengambilan sampel.
12. Kedatangan mobil unit
13. Mulai penyadapan mobil unit.
14. Akhir penyadapan mobil unit
15. Mulai uji saring lab. Serologi.
16. Akhir uji saring lab. Serologi.
17. Mulai cek golongan darah.
18. Akhir cek golongan darah.

19. Mulai produksi komponen.
20. Akhir produksi komponen.
21. Kedatangan Pasien
22. Mulai pencocokan silang.
23. Akhir pencocokan silang.
24. Mulai serah terima darah.
25. Akhir serah terima darah.
26. Kedatangan permintaan dropping.
27. Mulai dropping.
28. Akhir dropping.

Aktifitas-aktifitas yang terdapat pada pendekatan aktifitas dapat dikelompokkan ke dalam:

- Aktifitas kedatangan,
- Aktifitas dimulainya pelayanan,
- Aktifitas berakhirnya pelayanan,

masing-masing aktifitas dalam suatu kelompok akan memiliki diagram alir yang hampir serupa.

Dari diagram alir pada lampiran A terlihat bahwa setiap kedatangan donor baru akan menambah antrian pada aktifitas pertama yang dilakukan donor tersebut yaitu aktifitas pemeriksaan golongan darah. Kedatangan mobil unit akan menambah antrian permintaan pengambilan darah di luar UTD dan antrian jumlah bags darah yang akan

diambil. Kedatangan pasien akan menambah antrian jumlah permintaan pasien yang harus dilayani serta antrian jumlah darah yang akan dicocokkan silang.

Setiap aktifitas akan bisa dimulai apabila ada fasilitas pelayanan yang mengganggu dan ada kustomer dalam hal ini berupa donor yang siap dilayani. Setelah pelayanan mulai dilakukan maka berarti antrian kustomer berkurang satu dan fasilitas yang mengganggu juga berkurang satu. Untuk menggambarkan mulainya suatu aktifitas akan digambarkan diagram alir dari aktifitas dimulainya aftap atau pengambilan darah. Aktifitas ini bisa dimulai jika ada donor yang siap dilayani dan ada bed serta petugas aftap yang mengganggu, dan pada saat dimulainya aktifitas jumlah masing-masing entiti yang mengganggu tersebut akan berkurang satu.

Setiap aktifitas yang berakhir akan mengembalikan fasilitas pelayanan ke kondisi mengganggu dan memindahkan kustomer yang telah dilayani ke antrian selanjutnya atau dilepaskan ke akhir pelayanan, seperti yang terlihat pada diagarm alir aktifitas selesainya aftap. Secara umum, aktifitas berakhirnya suatu pelayanan memiliki diagram alir yang sama.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Dalam pembuatan model simulasi yang digunakan untuk mencari nilai-nilai optimum dari semua variabel keputusan yang telah ditentukan sebelumnya sebagai tujuan dari simulasi ini diperlukan data-data yang diharapkan secara riil akan mewakili sistem dan permasalahannya.

Berbagai sumber data telah dicoba untuk ditelusuri guna mendapatkan apa yang diinginkan oleh model yang telah dibangun.

4.1. MACAM DATA DAN METODE PENGUMPULANNYA

Data-data dalam pengamatan sistem yang terjadi di UTD PMI Surabaya diperoleh dengan beberapa cara antara lain: pengamatan langsung, pencatatan dokumen serta melalui wawancara. Data waktu antar kedatangan, waktu pelayanan masing-masing aktifitas, dan tingkat kedatangan donor diperoleh dari pengamatan langsung. Sedangkan data-data seperti: probabilitas tiap jenis golongan darah, probabilitas donor baru dan donor lama, tingkat permintaan pasien, serta jadwal keberangkatan mobil unit maupun dropping diperoleh dari hasil pengolahan data sekunder dan wawancara langsung. Untuk lebih memperjelas macam data-data yang diperoleh dapat diuraikan sebagai berikut:

a. *Data waktu antar kedatangan*

- Waktu antar kedatangan donor
- Waktu antar kedatangan pasien

b. *Data waktu pelayanan*

- Waktu pemeriksaan golongan darah
- Waktu pelayanan loket pendaftaran
- Waktu pemeriksaan kesehatan
- Waktu aftap
- Waktu pengambilan sampel
- Waktu pemeriksaan lab. Serologi
- Waktu pengecekan golongan darah
- Waktu crossmatch dan crossmatch plasma
- Waktu pelayanan loket permintaan (serah terima)
- Lama pelayanan dropping.
- Waktu pelayanan mobil unit
- Waktu produksi tiap jenis komponen

c. *Data tingkat kedatangan*

- Tingkat kedatangan donor
- Tingkat keberangkatan mobil unit
- Tingkat kedatangan bags darah melalui mobil unit

- Tingkat permintaan pasien (dalam bags)
- Tingkat (jumlah) permintaan dropping

d. *Distribusi probabilitas*

- Distribusi probabilitas golongan darah
- Distribusi probabilitas jenis permintaan darah maupun komponen darah
- Distribusi probabilitas darah maupun komponen darah yang didropping
- Probabilitas donor baru dan lama
- Probabilitas donor diterima atau ditolak
- Probabilitas lolos pemeriksaan lab. Serologi

4.2. PENENTUAN DISTRIBUSI DATA DAN PARAMETERNYA

4.2.1. Data waktu antar kedatangan

4.2.1.1. Waktu antar kedatangan donor

Yang dimaksud dengan waktu antar kedatangan donor adalah selang waktu antara kedatangan donor yang satu dengan kedatangan donor berikutnya. Dari data waktu antar kedatangan donor yang bisa dilihat pada lampiran B yang dibuat dengan software Microsoft Excel 5.0 diperoleh rata-rata sampel (\bar{x}) = 2,1169 dan simpangan baku sampel (s) = 3,1759.

Untuk melakukan pendugaan distribusi data waktu antar kedatangan dilakukan perhitungan koefisien variansi yang merupakan rasio antara simpangan baku sampel dengan rata-rata sampel, dan diperoleh nilai koefisien variansi (σ) = 1,5002. Karena

nilai tersebut lebih besar dari pada 1 maka data waktu antar kedatangan memenuhi syarat untuk diduga berdistribusi Gamma atau Weibull dengan nilai $\alpha < 1$. Distribusi data juga diduga berdistribusi lognormal untuk σ yang merupakan bilangan nyata positif.

Dengan menggunakan paket program STATGRAPHICS vers 5.0 hasil pengujian hipotesis berdasarkan uji Kolmogorov-Smirnov didapat nilai-nilai statistik sebagai berikut:

Tabel 4.1 Hasil pengujian distribusi waktu antar kedatangan donor

Distribusi	Dn	Tingkat keberartian	Parameter
• Erlang	0,1096	0,0312	$\alpha = 1$ $\beta = 0,4728$
• Eksponensial	0,1096	0,0312	$\lambda = 2,1149$
• Gamma			$\alpha = 0,8658$ $\beta = 0,4094$
• Lognormal	0,0566	0,6367	$\mu = 2,3548$ $\sigma = 4,6003$
• Normal	0,2536	0	$\mu = 2,1149$ $\sigma = 3,1749$
• Weibull	0,0704	0,3577	$\alpha = 0,8734$ $\beta = 1,9554$

Nilai kritis pada uji Kolmogorov-Smirnov dua arah dengan $\alpha = 0.05$ dan jumlah sampel 173 adalah 0,1034. Dengan melihat hasil pengujian di atas maka distribusi Lognormal dengan $\mu = 2,3548$ dan $\sigma = 4,6003$ dipilih sebagai distribusi

waktu antar kedatangan donor karena nilai Dn -nya lebih kecil dari pada 0,1034 dan memiliki tingkat keberartian terbesar.

4.2.1.2. Waktu antar kedatangan pasien

Yang dimaksud dengan waktu antar kedatangan pasien adalah selang waktu antar kedatangan permintaan darah dari pasien yang satu dengan kedatangan permintaan darah dari pasien berikutnya yang terjadi pada loket permintaan. Data waktu antar kedatangan bisa dilihat pada lampiran B. Dari 84 jumlah sampel yang diambil diperoleh nilai rata-rata sample (\bar{x}) = 22,569 dan nilai simpangan baku sampel (s) sebesar 35,307.

Untuk pendugaan awal distribusi data digunakan koefisien variansi (σ) yang menghasilkan nilai $\sigma = 1,564$. Karena nilai $\sigma > 1$ maka data diduga berdistribusi Gamma atau Weibull dengan nilai $\alpha < 1$. Data juga diduga berdistribusi Lognormal karena memiliki nilai σ yang nyata dan positif.

Nilai kritis untuk jumlah sampel sebanyak 84 dengan uji kesesuaian Kolmogorov-Smirnov dua sisi pada $\alpha = 0,05$ adalah 0,1484. Berarti bahwa distribusi Erlang, Eksponensial, Weibull dan Lognormal bisa diterima sebagai distribusi waktu antar kedatangan pasien, tetapi kriteria yang digunakan sebagai pemilihan distribusi data di sini adalah nilai Dn yang terkecil dan nilai signifikan level yang terbesar, yaitu distribusi Weibull dengan $\alpha = 0,8038$ dan $\beta = 19,7195$. Hasil pengujian selengkapnya bisa dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.2 Hasil pengujian distribusi waktu antar kedatangan pasien

Distribusi	Dn	Tingkat keberartian	Parameter
• Erlang	0,1395	0,0762	$\alpha = 1$ $\beta = 0,0443$
• Eksponensial	0,1395	0,0762	$\lambda = 22,5683$
• Gamma			$\alpha = 0,7371$ $\beta = 0,0327$
• Lognormal	0,1003	0,3361	$\mu = 31,6004$ $\sigma = 94,7314$
• Normal	0,2615	2,06E-5	$\mu = 22,5683$ $\sigma = 35,307$
• Weibull	0,0711	0,7891	$\alpha = 0,8038$ $\beta = 19,7195$

4.2.2. Data waktu pelayanan

4.2.2.1. Waktu pemeriksaan golongan darah

Waktu pemeriksaan golongan darah adalah waktu yang diukur sejak donor baru meninggalkan loket pendaftaran menuju ke meja pemeriksaan golongan darah hingga meninggalkan meja untuk menuju loket pendaftaran.

Dari data sampel yang bisa dilihat pada lampiran, diperoleh nilai-nilai statistik:

$$\bar{x} = 1,42134$$

$$s = 0,74829$$

$$\sigma = 0,52647$$

karena nilai $\sigma < 1$ maka data diduga berdistribusi Gamma atau Weibull dengan nilai $\alpha > 1$, dan karena nilai σ adalah bilangan nyata positif maka data juga bisa diduga berdistribusi Lognormal.

Nilai kritis uji kesesuaian distribusi Kolmogorov-Smirnov dua arah dari jumlah sampel sebanyak 67 pada $\alpha = 0,05$ adalah 0,16615. Dengan demikian dari fitting distribusi yang telah dilakukan, semua distribusi diterima kecuali distribusi Normal dan Eksponensial karena nilai Dn -nya lebih besar dari nilai kritisnya, dan distribusi yang diterima adalah distribusi dengan nilai Dn terkecil dan signifikan level terbesar yaitu distribusi Lognormal dengan $\mu = 1,4097$ dan $\sigma = 0,6546$. Hasil pengujian selengkapnya terlihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.3 Hasil pengujian distribusi waktu pemeriksaan golongan darah

Distribusi	Dn	Tingkat keberartian	Parameter
• Erlang	0,1357	0,1693	$\alpha = 5$ $\beta = 3,5173$
• Eksponensial	0,3848	4,84E-19	$\lambda = 1,42156$
• Gamma	0,1337	0,182	$\alpha = 4,8749$ $\beta = 3,4292$
• Lognormal	0,1034	0,4707	$\mu = 1,4097$ $\sigma = 0,6546$
• Normal	0,1932	0,0135	$\mu = 1,4216$ $\sigma = 0,7483$
• Weibull	0,1611	0,0617	$\alpha = 2,0525$ $\beta = 1,6143$

4.2.2.2. Waktu pelayanan loket pendaftaran

Yang dimaksud waktu pelayanan loket pendaftaran ialah waktu mulai seorang donor, baik lama maupun baru datang ke loket tersebut, dicarikan kartu besar atau dibuatkan kartu besar hingga donor tersebut siap dipanggil untuk pemeriksaan kesehatan.

Dari 89 data sampel yang bisa dilihat pada lampiran, diperoleh nilai-nilai:

$$\bar{x} = 0,977$$

$$s = 0,3621$$

$$\sigma = 0,3707$$

Tabel 4.4 Hasil pengujian distribusi waktu pelayanan loket pendaftaran

Distribusi	Dn	Tingkat keberartian	Parameter
• Erlang	0,0761	0,6814	$\alpha = 8$ $\beta = 8,1908$
• Eksponensial	0,3711	0	$\lambda = 0,9767$
• Gamma	0,0722	0,7419	$\alpha = 7,7978$ $\beta = 7,9838$
• Lognormal	0,0656	0,8384	$\mu = 0,9775$ $\sigma = 0,3681$
• Normal	0,1019	0,3141	$\mu = 0,9767$ $\sigma = 0,3619$
• Weibull	0,0819	0,5887	$\alpha = 2,8659$ $\beta = 1,0967$

karena nilai $\sigma < 1$ maka data sampel diduga berdistribusi Gamma atau Weibull dengan nilai $\alpha > 1$. Distribusi data juga diduga berdistribusi Lognormal karena nilai σ merupakan bilangan nyata positif. Hasil uji suai Kolmogorof-Smirnov selengkapnya bisa dilihat pada tabel 4.4

Nilai kritis uji dua sisi Kolmogorov-Smirnov pada $\alpha = 0,05$ adalah 0,1442 maka satu satunya distribusi yang ditolak adalah distribusi Eksponensial dan distribusi yang diterima adalah distribusi yang memiliki nilai D_n terkecil dan signifikan level terbesar yaitu distribusi Lognormal dengan $\mu = 0,9775$ dan $\sigma = 0,3681$.

4.2.2.3. Waktu pemeriksaan kesehatan

Waktu pemeriksaan kesehatan adalah waktu mulai donor memasuki ruang aftar hingga donor siap untuk diambil darahnya. Dari 83 data sampel (bisa dilihat pada lampiran B) yang diperoleh didapat nilai-nilai sebagai berikut:

$$\bar{x} = 3,1051$$

$$s = 1,3777$$

$$\sigma = 0,4437$$

nilai $\sigma < 1$ menunjukkan bahwa pendugaan awal distribusi data sampel adalah distribusi Gamma atau Weibull dengan nilai $\alpha > 1$, juga data diduga berdistribusi Lognormal karena σ -nya bernilai nyata dan positif.

Dari tabel diketahui bahwa nilai kritis untuk uji dua arah Kolmogorov-Smirnov dengan $\alpha = 0,05$ adalah 0,1493. Dari hasil fitting distribusi diketahui bahwa pilihan terbaik untuk distribusi data adalah data terdistribusi Lognormal dengan $\mu = 3,1038$

dan $\sigma = 1,373$ karena memiliki nilai Dn terkecil dan signifikan level terbesar. Hasil selengkapnya lihat tabel berikut.

Tabel 4.5 Hasil pengujian distribusi waktu pemeriksaan kesehatan

Distribusi	Dn	Tingkat keberartian	Parameter
• Erlang	0,1168	0,2074	$\alpha = 6$ $\beta = 1,9321$
• Eksponensial	0,3531	0	$\lambda = 3,1055$
• Gamma	0,1111	0,2574	$\alpha = 5,7228$ $\beta = 1,8428$
• Lognormal	0,0892	0,5234	$\mu = 3,1038$ $\sigma = 1,373$
• Normal	0,15	0,0477	$\mu = 3,1055$ $\sigma = 1,3773$
• Weibull	0,1236	0,1584	$\alpha = 2,4153$ $\beta = 3,5151$

4.2.2.4. Waktu aftap

Waktu aftap ialah waktu mulai seorang donor diambil darahnya hingga donor tersebut meninggalkan ruang aftap. Data sampel lama waktu aftap bisa dilihat pada lampiran B dan dari data tersebut diperoleh nilai-nilai berikut:

$$\bar{x} = 4,6538$$

$$s = 1,2649$$

$$\sigma = 0,2718$$

nilai $\sigma < 1$ membawa ke arah dugaan bahwa data berdistribusi Gamma atau Weibull dengan nilai $\alpha > 1$. Data juga diduga berdistribusi Lognormal karena memiliki nilai σ yang nyata dan positif.

Tabel 4.6 Tabel hasil pengujian waktu aftar

Distribusi	Dn	Tingkat keberartian	Parameter
• Erlang	0,0536	0,9981	$\alpha = 14$ $\beta = 3,0083$
• Eksponensial	0,434	0	$\lambda = 4,6538$
• Gamma	0,0531	0,998	$\alpha = 14,0729$ $\beta = 3,024$
• Lognormal	0,06	0,991	$\mu = 4,6607$ $\sigma = 1,2996$
• Normal	0,0739	0,9341	$\mu = 4,6538$ $\sigma = 1,2649$
• Weibull	0,086	0,828	$\alpha = 3,7849$ $\beta = 5,1273$

Nilai kritis uji dua arah Kolmogorov-Smirnov untuk jumlah sampel 53 dengan $\alpha = 0,05$ adalah 0,1868. Dengan demikian satu-satunya distribusi yang ditolak adalah distribusi Eksponensial dan karena kriteria pemilihan distribusi adalah nilai D_n terkecil dan signifikan level terbesar maka distribusi data yang dipilih adalah distribusi Erlang dengan $\alpha = 14$ dan $\beta = 3,0083$ seperti terlihat pada tabel hasil pengujian di atas.

4.2.2.5 Waktu pengambilan sampel

Aktifitas pengambilan sampel terbagi atas tiga aktifitas yaitu pengambilan sampel, registrasi dan pemberian label pada bags darah. Ketiga aktifitas ini merupakan aktifitas yang tidak dapat dipisah penanganannya sehingga terangkum dalam aktifitas pengambilan sampel.

Dari data waktu pengambilan sampel (lampiran B) diperoleh nilai-nilai:

$$\bar{x} = 3,5188$$

$$s = 0,3045$$

$$\sigma = 0,0865$$

karena nilai $\sigma < 1$ maka data diduga berdistribusi Gamma atau Weibull dengan nilai $\alpha > 1$, dan karena nilai σ adalah bilangan nyata positif maka data juga diduga berdistribusi Lognormal.

Nilai kritis uji kesesuaian distribusi Kolmogorov-Smirnov dua arah dari jumlah sampel sebanyak 68 pada $\alpha = 0,05$ adalah 0,1649. Dengan demikian dari fitting distribusi yang dilakukan, semua distribusi diterima kecuali distribusi Eksponensial karena nilai Dn -nya lebih besar dari nilai kritisnya, dan distribusi yang diterima adalah distribusi dengan nilai Dn terkecil dan signifikan level terbesar yaitu distribusi Lognormal dengan $\mu = 3,5189$ dan $\sigma = 0,3019$ seperti terlihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.7 Hasil pengujian waktu pengambilan sampel

Distribusi	Dn	Tingkat keberartian	Parameter
• Erlang	0,1058	0,4315	$\alpha = 138$ $\beta = 39,2178$
• Eksponensial	0,5656	0	$\lambda = 3,5188$
• Gamma	0,1058	0,4316	$\alpha = 137,767$ $\beta = 39,1516$
• Lognormal	0,1002	0,5017	$\mu = 3,5189$ $\sigma = 0,3019$
• Normal	0,1172	0,3081	$\mu = 3,5188$ $\sigma = 0,3045$
• Weibull	0,1499	0,094	$\alpha = 111,631$ $\beta = 3,6615$

4.2.2.6. Waktu pengecekan golongan darah

Waktu pengecekan golongan darah adalah lamanya waktu pengecekan ulang masing-masing bags darah sesuai dengan golongannya.

Dari 50 data sampel yang diperoleh nilai-nilai statistik sebagai berikut:

$$\bar{x} = 9.3504$$

$$s = 1.0689$$

$$\sigma = 0.1143$$

karena nilai $\sigma < 1$ maka data diduga berdistribusi Gamma atau Weibull dengan nilai $\alpha > 1$, dan karena nilai σ adalah bilangan nyata positif maka data juga diduga berdistribusi Lognormal.

Tabel 4.8 Hasil pengujian waktu pengecekan golongan darah

Distribusi	Dn	Tingkat keberartian	Parameter
• Erlang	0.1078	0.607	$\alpha = 77$ $\beta = 8.2349$
• Eksponensial	0.5487	0	$\lambda = 9.3504$
• Gamma	0.1075	0.6102	$\alpha = 76.7178$ $\beta = 8.2048$
• Lognormal	0.11	0.5809	$\mu = 9.3524$ $\sigma = 1.0897$
• Normal	0.0965	0.7399	$\mu = 9.3504$ $\sigma = 1.0689$
• Weibull	0.1003	0.6961	$\alpha = 9.9681$ $\beta = 9.8218$

Nilai kritis uji kesesuaian distribusi Kolmogorov-Smirnov dua arah dari jumlah sampel sebanyak 50 pada $\alpha = 0,05$ adalah 0,1923. Dengan demikian dari fitting distribusi yang dilakukan, distribusi yang dipilih adalah distribusi dengan nilai Dn terkecil dan signifikan level terbesar yaitu distribusi Normal dengan $\mu = 9.3504$ dan $\sigma = 1.0689$.

4.2.2.7. Waktu crossmatch

Yang dimaksud waktu crossmatch ialah lama selang waktu mulai sampel darah pasien diterima hingga selesai pencocokan silang dan darah siap diberikan pada keluarga pasien. Pemilihan distribusi waktu crossmatch ini hanya digunakan untuk crossmatch atas permintaan-permintaan: Whole Blood (WB), Packed Red Cell (PRC), dan Washed Erythrocyte (WE).

Dari 43 data sampel diperoleh nilai-nilai statistik sebagai berikut:

$$\bar{x} = 51,2314; \quad s = 6,0563; \quad \sigma = 0,1182$$

maka data diduga berdistribusi Gamma atau Weibull dengan nilai $\alpha > 1$. Data juga diduga berdistribusi Lognormal karena memiliki nilai σ yang nyata dan positif.

Tabel 4.9 Hasil pengujian distribusi waktu crossmatch

Distribusi	Dn	Tingkat keberartian	Parameter
• Erlang	0,0691	0,9865	$\alpha = 74$ $\beta = 1,4444$
• Eksponensial	0,5434	0	$\lambda = 51,2314$
• Gamma	0,069	0,9866	$\alpha = 73,6324$ $\beta = 1,4373$
• Lognormal	0,0758	0,9658	$\mu = 51,2399$ $\sigma = 6,0725$
• Normal	0,0795	0,9484	$\mu = 51,2314$ $\sigma = 6,0563$
• Weibull	0,1203	0,5619	$\alpha = 9,0492$ $\beta = 53,9402$

Nilai kritis uji dua arah Kolmogorov-Smirnov untuk jumlah sampel 43 pada $\alpha = 0,05$ adalah 0,2074. Dengan demikian satu-satunya distribusi yang ditolak adalah distribusi Eksponensial dan karena kriteria pemilihan distribusi adalah nilai Dn terkecil dan signifikan level terbesar, maka distribusi data yang dipilih adalah distribusi Gamma dengan $\alpha = 73,6324$ dan $\beta = 1,433725$ seperti terlihat pada tabel hasil pengujian di atas.

4.2.2.8. Waktu crossmatch plasma

Yang dimaksud waktu crossmatch yang digunakan untuk permintaan-permintaan: Plasma Liquid (PL), Fresh Plasma (FP), Fresh Frozen Plasma (FFP), Pletelit Rich Plasma (PRP), Thrombocyte Concentrate (TC), dan Anti Haemophilic Factor (AHF).

Dari 78 data sampel diperoleh nilai-nilai statistik sebagai berikut:

$$\bar{x} = 13,0841$$

$$s = 2,4493$$

$$\sigma = 0,1872$$

maka data diduga berdistribusi Gamma atau Weibull dengan nilai $\alpha > 1$. Data juga diduga berdistribusi Lognormal karena memiliki nilai σ yang nyata dan positif.

Nilai kritis uji dua arah Kolmogorov-Smirnov untuk jumlah sampel 78 pada $\alpha = 0,05$ adalah 0,154. Dengan demikian karena kriteria pemilihan distribusi adalah nilai Dn terkecil dan signifikan level terbesar maka distribusi data yang dipilih adalah distribusi Lognormal dengan $\mu = 12,8276$ dan $\sigma = 0,7701$ seperti terlihat pada tabel hasil pengujian di bawah ini.

Tabel 4.10 Hasil pengujian distribusi waktu crossmatch plasma

Distribusi	Dn	Tingkat keberartian	Parameter
• Erlang			$\alpha = 283$ $\beta = 22,0625$
• Eksponensial	0,5706	0	$\lambda = 12,8272$
• Gamma	1	0	$\alpha = 283,294$ $\beta = 22,0855$
• Lognormal	0,0666	0,8793	$\mu = 12,8276$ $\sigma = 0,7701$
• Normal	0,0693	0,8474	$\mu = 12,8272$ $\sigma = 0,7638$
• Weibull	0,0994	0,424	$\alpha = 18,4487$ $\beta = 13,1825$

4.2.2.9. Waktu pelayanan loket permintaan

Yang dimaksud pelayanan loket permintaan adalah lamanya waktu penyelesaian administrasi atas penyerahan darah maupun komponen darah sesuai dengan yang diperlukan. Dari 94 data yang berhasil dihimpun diperoleh nilai-nilai statistik sebagai berikut:

$$\bar{x} = 1,579$$

$$s = 0,814$$

$$\sigma = 0,515$$

4.2.12. Waktu pelayanan mobil unit

Berdasarkan informasi yang diberikan oleh pihak UTD PMI diketahui bahwa pelayanan mobil unit (apabila ada permintaan) dilakukan mulai pukul 7⁰⁰ hingga 13⁰⁰ hal ini berarti lama pelayanan mobil unit terdistribusi uniform dengan rata-rata selama 6 jam untuk setiap keberangkatan tim mobil unit.

4.2.13. Waktu pelayanan dropping

Yaitu waktu yang diperlukan untuk memenuhi permintaan dropping darah di RSUD dr. Soetomo yang setiap harinya dilakukan mulai pukul 7⁰⁰ hingga 11⁰⁰ hal ini berarti lama pelayanan mobil unit terdistribusi uniform dengan rata-rata selama 4 jam untuk setiap pelayanan dropping.

4.2.3. Data tingkat kedatangan

4.2.3.1. Tingkat kedatangan donor

Yang dimaksud dengan tingkat kedatangan donor adalah jumlah donor yang datang untuk setiap kali waktu kedatangan. Data ini diambil secara acak dari bilangan random selama hari kerja. Dari jumlah 173 sampel yang berhasil dikumpulkan ternyata jumlah donor untuk setiap kali kedatangan bervariasi dengan jangkauan antara satu sampai lima orang.

Data-data tersebut kemudian disusun dalam bentuk tabel distribusi probabilitas diskrit seperti terlihat di bawah:

Tabel 4.13 Distribusi probabilitas tingkat kedatangan donor

x	1	2	3	4	5
$f(x)$	0,8960	0,0809	0,0116	0,0058	0,0058

4.2.3.2. Tingkat keberangkatan mobil unit

Yang dimaksud dengan tingkat keberangkatan mobil unit adalah jumlah tim mobil unit yang berangkat setiap harinya. Dari 76 data yang diperoleh menunjukkan bahwa keberangkatan bervariasi antara tidak ada keberangkatan hingga dua keberangkatan dalam satu hari, data selengkapnya pada lampiran.

Dari uji distribusi chi square diketahui bahwa nilai X^2 untuk hipotesis bahwa data terdistribusi binomial adalah 0,6088 sedangkan nilai kritis pada taraf keberartian 0,05 dan derajat kebebasan 1 adalah 3,841. Dengan demikian hipotesis bahwa tingkat keberangkatan mobil unit terdistribusi binomial dengan parameter $p = 0,437211$ dan $n = 2$ bisa diterima dengan tingkat signifikan 0,43525.

4.2.3.3. Tingkat kedatangan bags darah dari mobil unit

adalah jumlah bags darah lengkap yang dibawa atas setiap kedatangan mobil unit. Dari data sampel yang didapat kemudian dilakukan fitting distribusi dengan beberapa distribusi peluang diskrit dengan uji chi square. Dari hasil pengujian tersebut ternyata tidak satu pun distribusi peluang diskrit yang bisa diterima, dan dilakukan cara

penghampiran distribusi kontinu untuk data tersebut. Dari 66 data sampel diperoleh nilai-nilai statistik sebagai berikut:

$$\bar{x} = 62$$

$$s = 37,04$$

$$\sigma = 0,597$$

maka data diduga berdistribusi Gamma atau Weibull dengan nilai $\alpha > 1$. Data juga diduga berdistribusi Lognormal karena memiliki nilai σ yang nyata dan positif.

Nilai kritis uji dua arah Kolmogorov-Smirnov untuk jumlah sampel 66 pada $\alpha = 0,05$ adalah 0,1674. Dengan demikian karena kriteria pemilihan distribusi adalah nilai D_n terkecil dan signifikan level terbesar maka distribusi data yang dipilih adalah distribusi Lognormal dengan $\mu = 62,2238$ dan $\sigma = 37,4672$.

Tabel 4.14 Hasil pengujian distribusi tingkat kedatangan bags darah dari mobil unit

Distribusi	D_n	Tingkat keberartian	Parameter
• Erlang	0,0923	0,6272	$\alpha = 3$ $\beta = 0,0484$
• Eksponensial	0,301536	1,23E-5	$\lambda = 62$
• Gamma	0,0839	0,7416	$\alpha = 3,4667$ $\beta = 0,0559$
• Lognormal	0,0615	0,9653	$\mu = 62,2238$ $\sigma = 37,4672$
• Normal	0,1338	0,1879	$\mu = 62$ $\sigma = 37,0351$
• Weibull	0,111	0,3898	$\alpha = 1,82254$ $\beta = 70,1844$

4.2.3.4. *Tingkat permintaan dropping*

Tingkat permintaan dropping adalah jumlah bags yang harus dikirim untuk setiap permintaan dropping yang datang setiap harinya.

Dari 87 data sampel diperoleh nilai-nilai statistik sebagai berikut:

$$\bar{x} = 70,172$$

$$s = 33,87$$

$$\sigma = 0,48$$

Dari data tersebut kemudian dilakukan fitting distribusi untuk beberapa distribusi peluang diskrit dengan uji chi square. Dari hasil pengujian tersebut ternyata tidak satu pun distribusi peluang diskrit yang bisa diterima, dan dilakukan cara penghampiran distribusi kontinu untuk data tersebut. Diketahui bahwa nilai lebih kecil dari pada 1 maka data diduga berdistribusi Gamma atau Weibull dengan nilai $\alpha > 1$. Data juga diduga berdistribusi Lognormal karena memiliki nilai σ yang nyata dan positif.

Nilai kritis uji dua arah Kolmogorov-Smirnov untuk jumlah sampel 87 pada $\alpha = 0,05$ adalah 0,1458. Dengan demikian karena kriteria pemilihan distribusi adalah nilai D_n terkecil dan signifikan level terbesar maka distribusi data yang dipilih adalah distribusi Normal dengan $\mu = 70,1724$ dan $\sigma = 33,8664$ seperti terlihat pada tabel hasil pengujian berikut.

Tabel 4.15 Hasil pengujian distribusi tingkat permintaan dropping

Distribusi	Dn	Tingkat keberartian	Parameter
• Erlang	0,1639	0,0187	$\alpha = 2$ $\beta = 0,0285$
• Eksponensial	0,2655	9,47E-6	$\lambda = 70,1724$
• Gamma	0,1389	0,0696	$\alpha = 2,3992$ $\beta = 0,0342$
• Lognormal	0,1933	2,99E-3	$\mu = 81,2975$ $\sigma = 85,0718$
• Normal	0,0627	0,8842	$\mu = 70,1724$ $\sigma = 33,8664$
• Weibull	0,1083	0,2594	$\alpha = 2,03182$ $\beta = 78,0304$

4.2.3.5. Tingkat permintaan pasien

Yang dimaksud dengan tingkat permintaan pasien adalah jumlah bags yang diperlukan seorang pasien dalam sekali permintaan. Dari 533 sampel permintaan yang datang, jumlah bags yang diperlukan seorang pasien bervariasi antara satu sampai delapan bags yang disusun dalam tabel berikut:

Tabel 4.16 Distribusi probabilitas tingkat permintaan pasien

Jenis Permintaan	Prob. Jumlah Permintaan							
	1	2	3	4	5	6	7	8
WB	0.251	0.626	0.094	0.029				
FP	0.084	0.458	0.333	0.125				
PRP				1				
TC	0.143	0.333	0.095	0.095	0.191	0.048		0.095
PL	0.339	0.548	0.065	0.048				
FFP	0.186	0.512	0.233	0.069				
AHF			0,25	0,25		0,375		0,125
PRC	0.259	0.659	0.068	0.014				
WE	0.167	0.666	0.167					

4.2.4. Pengolahan data dengan distribusi probabilitas

4.2.4.1. Distribusi probabilitas golongan darah

Distribusi probabilitas golongan darah diperoleh dari data distribusi probabilitas golongan darah untuk: kedatangan donor, data kedatangan mobil unit dan permintaan pasien. Dari ketiga distribusi probabilitas ini kemudian diambil rata-ratanya, untuk digunakan secara umum sebagai generator distribusi probabilitas golongan darah untuk distribusi probabilitas golongan darah pada even: kedatangan donor, kedatangan mobil unit dan permintaan pasien.

Tabel 4.17 Distribusi probabilitas golongan darah

Golongan	Dist. probabilitas			Rata-rata
	Donor	MU	Pasien	
O	0,4073	0,3982	0,4148	0,4068
A	0,2187	0,2236	0,2026	0,2150
B	0,3075	0,3089	0,2914	0,3026
AB	0,0666	0,0692	0,0912	0,0757

Dari tabel di atas diambil kesimpulan bahwa perbandingan untuk tiap jenis golongan darah adalah O = 40,68%; A = 21,50%; B = 30,26%; AB = 7,57%.

4.2.4.2. Probabilitas donor baru dan lama

Jumlah donor yang datang dibedakan atas donor baru dan donor lama. Data jumlah donor baru yang diperoleh dari bagian administrasi donor selama lima bulan tercatat sebagai berikut:

Tabel 4.18 Distribusi probabilitas donor baru dan donor lama

Bulan ke	1	2	3	4	5	Jumlah
Donor Baru	272	977	420	451	170	2290
Jumlah Donor	4952	3543	5336	5098	4091	23020
Probabilitas	0,0549	0,2758	0,0787	0,0885	0,0416	0,1079

Melalui data tersebut bisa diambil kesimpulan bahwa rata-rata probabilitas dari donor yang datang adalah donor baru sebesar 10,79% dan donor lama sebesar $1 - 0,1079 = 89,21\%$

4.2.4.2. Probabilitas donor diterima atau ditolak

Probabilitas bahwa seorang donor diterima atau pun ditolak setelah pemeriksaan kesehatan diperoleh dari data jumlah donor yang datang ke UTD PMI, dan jumlah yang ditolak dalam satu hari yang diakumulasikan dalam satu bulan. Dari data yang diperoleh kemudian dibuat probabilitasnya, seperti tampak pada tabel berikut:

Tabel 4.19 Distribusi probabilitas donor diterima atau ditolak

Bulan ke	1	2	3	4	5	6
Donor ditolak	209	178	183	288	252	286
Jumlah yang datang	5535	4515	4505	5472	4881	5203
Probabilitas	0,0378	0,0394	0,0406	0,0526	0,0516	0,0550

Bulan ke	7	8	9	10	11	12	Jumlah
Donor ditolak	220	294	268	316	303	229	3026
Jumlah yang datang	5151	4675	4881	5268	3846	5665	59597
Probabilitas	0,0427	0,0629	0,0549	0,0600	0,0788	0,0404	0,0514

Tabel tersebut mencantumkan data selama dua belas bulan dan bisa diambil kesimpulan bahwa rata-rata probabilitas donor yang ditolak adalah 5,14% dan probabilitas donor diterima adalah $(1 - 0,0514) = 94,86\%$.

4.2.4.3. Probabilitas lolos pemeriksaan laboratorium serologi

Dari pihak UTD PMI menginformasikan bahwa probabilitas sampel darah yang diperiksa adalah terjaring salah satu uji saring yang dilakukan adalah 2% dan kemungkinan lolosnya adalah 98%.

4.2.4.4. Distribusi probabilitas jenis permintaan darah maupun komponen darah

Data mengenai jumlah dan jenis permintaan yang datang diperoleh dari laporan bulanan UTD PMI untuk jumlah permintaan yang masuk selama tiga bulan berturut-turut. Dari data tersebut kemudian disusun dalam bentuk tabel (lampiran B) dan disusun tabel distribusi probabilitasnya seperti tabel di bawah ini.

Tabel 4.20 Distribusi probabilitas permintaan komponen darah

x	WB	PRC	PL	FP	FFP	PRP	TC	WE	AHF
$f(x)$	0,320	0,384	0,116	0,045	0,080	0,001	0,039	0,011	0,004

Dari tabel tersebut disimpulkan bahwa dari jumlah permintaan yang masuk, permintaan: WB = 32%; PRC = 38,4%; PL = 11,6%; FP = 4,5%; FFP = 8%; PRP = 0,1%; TC = 3,9%; WE = 1,1%; dan AHF = 0,4%.

4.2.4.5. Distribusi probabilitas komponen darah yang di dropping

Tidak semua jenis komponen darah dilakukan dropping, jenis komponen yang dilakukan dropping adalah Whole Blood, Packed Red Cell, dan Fresh Frozen Plasma.

Tabel 4.21 Jumlah komponen yang di dropping

Bulan ke	1	2	3	Jumlah
Whole Blood	2059	1093	1793	4945
Packed Red Cell	313	298	276	887
Fresh Frozen Plasma	77	88	108	273

Tabel 4.22 Distribusi probabilitas komponen yang di dropping

x	WB	PRC	FFP
$f(x)$	0,810	0,145	0,045

Dari tabel yang diperoleh hingga bulan ketiga diatas diketahui bahwa rata-rata distribusi probabilitas untuk setiap kali permintaan dropping adalah Whole Blood = 81%; Packed Red Cell = 14,5%; dan Fresh Frozen Plasma = 4,5%

BAB V

ANALISA HASIL SIMULASI

Setelah dilakukan pengumpulan dan pengolahan data, kemudian dilanjutkan dengan analisa sistem untuk membuat program simulasi, maka langkah selanjutnya adalah melakukan analisa hasil simulasi dan eksperimentasi.

Analisa hasil simulasi ini penting dilakukan untuk menilai apakah model benar-benar mewakili sistem yang disimulasikan. Validasi model simulasi ini diuji berdasarkan hasil dari validasi kotak putih (*white box validation*) dan validasi kotak hitam (*black box validation*).

Setelah diperoleh hasil bahwa model simulasi dari sistem tersebut mewakili keadaan sistem yang sebenarnya, maka langkah selanjutnya adalah melakukan eksperimentasi. Yang dimaksud dengan eksperimentasi adalah mengubah-ubah perlakuan (*treatment*) pada faktor yang berpengaruh pada sistem sesuai dengan kriteria keputusan atau tujuan dilakukannya simulasi ini. Faktor tersebut adalah jumlah persediaan harian masing-masing jenis komponen darah yang bisa meminimalkan waktu tunggu pasien yang datang. Setelah kondisi kesetimbangan (*steady state*) diperoleh, dalam jumlah waktu running simulasi tertentu maka didapatkan konfigurasi jumlah persediaan harian masing-masing jenis komponen darah yang optimal.

5.1. VALIDASI SIMULASI

Sebelum sampai pada eksperimen simulasi maka terlebih dahulu dilakukan pengujian terhadap validitas model simulasi yang dibuat. Pengujian validitas dimaksudkan untuk mengetahui apakah model yang dibuat dapat merepresentasikan sistem nyata. Jika model yang dibuat diyakini valid, barulah pelaksanaan simulasi dan analisa terhadap hasil simulasi dapat dilakukan. Ada dua metode yang sering digunakan dalam melakukan validasi dari model simulasi, yaitu validasi kotak putih dan validasi kotak hitam.

5.1.1. Validasi kotak putih

Validasi kotak putih adalah tipe validasi yang melakukan pengujian pada cara kerja model simulasi yang digunakan misalnya dalam membangkitkan bilangan random.

Validasi dalam tugas akhir ini dilakukan dengan menguji hasil fungsi distribusi dari masing-masing aktifitas yang digunakan pada program simulasi. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan keselarasan antara data waktu antar kedatangan dan waktu pelayanan dari tiap-tiap aktifitas dari pengamatan langsung dengan waktu antar kedatangan dan waktu pelayanan dari program simulasi dengan cara melakukan uji keselarasan distribusi Kolmogorov-Smirnov dua sampel terhadap sampel yang dibangkitkan dari masing-masing pembangkit fungsi distribusi dari program simulasi dan dari pengamatan langsung, melalui paket program STATGRAPHICS.

Hasil pengujian bisa dilihat pada lampiran dan dirangkum dalam tabel berikut ini:

Tabel 5.1 Hasil uji dua sampel Kolmogorov-Smirnov.

DISTRIBUSI	N	DN HIT	ASL	DN TAB
waktu antar kedatangan donor (Lognormal)	51	0,1097	0,7388	0,2167
waktu antar kedatangan pasien (Weibull)	72	0,0853	0,9404	0,2184
waktu pemeriksaan gol. darah (Lognormal)	50	0,2078	0,1688	0,2542
waktu pel. loket pendaftaran (Lognormal)	50	0,1831	0,2331	0,2404
waktu pemeriksaan kesehatan (Lognormal)	50	0,1407	0,567	0,2435
waktu aftap (Lognormal)	50	0,1479	0,6266	0,2681
waktu pengambilan sampel darah (Lognormal)	50	0,0688	0,9992	0,2534
waktu pengecekan golongan darah (Normal)	50	0,0935	0,9821	0,2715
waktu crossmatch (Lognormal)	50	0,1977	0,3269	0,2829
waktu crossmatch plasma (Lognormal)	50	0,1462	0,5332	0,2464
waktu pel. loket permintaan (Lognormal)	72	0,2024	0,0708	0,2130
kedatangan bags mobil unit (Lognormal)	51	0,2139	0,1479	0,2536
jumlah permintaan dropping (Weibull)	50	0,1057	0,8697	0,2414

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa semua pembangkit fungsi distribusi yang digunakan dalam program simulasi memiliki nilai Dn hitung lebih kecil dari nilai Dn pada tabel untuk jumlah sampel yang sesuai. Hal ini juga menandakan bahwa pembangkit fungsi distribusi yang digunakan pada program simulasi di atas dapat dipercaya 95% merepresentasikan distribusi yang dihipotesakan sehingga fungsi distribusi yang ada pada program simulasi dapat berjalan seperti yang diharapkan.

5.1.2. Validasi kotak hitam

Validasi kotak hitam merupakan pengujian kebenaran sistem simulasi yang telah dibuat dengan keadaan yang sebenarnya. Validasi ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil keluaran simulasi dengan performansi sistem nyata.

Validasi dalam tugas akhir ini dilakukan dengan cara menguji rata-rata waktu tunggu pasien yang telah dilayani setiap harinya dengan rata-rata waktu tunggu pasien yang telah dilayani dari hasil running program simulasi.

Untuk menguji apakah rata-rata waktu tunggu pasien yang telah selesai dilayani hasil simulasi dapat dipercaya sama dengan hasil pengamatan langsung, maka dilakukan uji dengan software STATGRAPHICS menggunakan metode Estimation and Testing One Sample Analisis dengan tingkat kepercayaan 95%. Hasil pengujian dengan STATGRAPHICS dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 5.2 Hasil uji rata-rata waktu tunggu pasien dari pengamatan langsung dengan hasil running simulasi

Data pengamatan langsung				Rata-rata hasil simulasi	Kesimpulan
43.46	32.89	35.45	42.63	33.44	diterima
25.39	23.73	26.32	31.96		
15.23	30.23	31.31	29.44		
24.93	24.84	24.75	34.84		
32.41	28.54	36.06	49.78		
26.44	35.24	35.36	67.57		
36.85	20.83	59.87	30.83		
29.93	29.96	38.68	39.46		

Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa rata-rata waktu tunggu pasien yang telah selesai dilayani setiap hari hasil program simulasi dapat dipercaya

95% sama dengan hasil pengamatan langsung sehingga model simulasi yang dibuat benar-benar dapat merepresentasikan sistem nyata.

5.2. PROGRAM SIMULASI

Program simulasi pada tugas akhir ini menggunakan bahasa pemrograman Borland C++ for Windows. Sedangkan untuk menjalankan program simulasi diperlukan beberapa input, yaitu:

1. Lama waktu simulasi,
2. Parameter distribusi probabilitas dan jumlah server untuk masing-masing aktifitas,
3. Jumlah persediaan harian untuk masing-masing komponen.

Keempat input ini akan dimasukkan secara interaktif, apabila kotak input yang tersedia tidak dimasukkan nilai yang baru maka akan digunakan nilai default yang terdapat pada kotak input, contoh tampilan input dapat dilihat dalam gambar berikut:

Gambar 5.1 Contoh tampilan input untuk parameter peubah acak

The screenshot shows a 'Simulation' window with the following parameters and values:

Parameter	Value
W. Datang Donor	Normal
W. Periksa Kesehatan	LogNormal
W. Afkir	Erlang
W. Ambil Sample	LogNormal
W. Crossmatch Plasma	LogNormal
W. Crossmatch	LogNormal
J. Kedatangan Bags	LogNormal
J. Permintaan Bags	Normal
W. Datang Pasien	Gamma
Jumlah Sever 1	2
Jumlah Sever 2	25
Jumlah Sever 3	3
Jumlah Sever 4	5
Jumlah Sever 5	8
Jumlah Sever 6	3
Jumlah Bed	18
Jumlah Alat Uji	20
Jumlah Batch	60

Buttons: Produksi, OK, Cancel, Persediaan Awal, Close, Run, Time, Init.

Status Bar: Darah lengkap, Jumlah persediaan darah lengkap : 0, Jumlah darah lengkap untuk produksi : 0.

Gambar 5.2 Contoh tampilan input untuk lama waktu simulasi

The screenshot shows the 'Simulation' window with the following sections:

- Data Laporan Umum:**
 - Waktu simulasi : 0, Jumlah donor : 0
 - Status: (empty)
 - Mobil unit: (empty)
 - Ini mobil unit : 0, mobil : 0
 - Pasien:
 - Jumlah pasien
 - Jumlah permintaan total
 - Jumlah permintaan yang dipenuhi
 - Jumlah pasien yang dipenuhi
 - Produk:
 - Jumlah produksi komponen
 - Jumlah komponen yang dipenuhi
 - Jumlah persediaan FP
 - Jumlah persediaan PRC
 - Jumlah persediaan Plasma
 - Darah lengkap:
 - Jumlah persediaan darah lengkap : 0
 - Jumlah darah lengkap untuk produksi : 0
- Waktu Simulasi (Dialog Box):**
 - Input field: 1
 - Radio buttons: Hari, Menit
 - Buttons: OK, Cancel
- Buttons:** Close, Run, Time, Init

Gambar 5.3 Contoh tampilan input persediaan harian untuk tiap-tiap komponen darah.

The screenshot shows the 'Input Persediaan' dialog box with the following structure:

	Gol. Darah O	Gol. Darah A	Gol. Darah B	Gol. Darah AB
FP	0	0	0	0
PRC	0	0	0	0
Plasma	0	0	0	0
FFP	0	0	0	0
PRP	0	0	0	0
TC	0	0	0	0
WE	0	0	0	0
AHF	0	0	0	0

Buttons: OK, Safety Stock, Cancel

Bottom status: Jumlah persediaan darah lengkap : 0, Jumlah darah lengkap untuk produksi : 0

Buttons: Close, Run, Time, Init

Sedangkan output yang diperoleh dari hasil running simulasi yaitu rata-rata waktu tunggu pasien, rata-rata jumlah persediaan darah lengkap, jumlah darah lengkap yang digunakan untuk produksi komponen, sisa persediaan Packed Red Cell, rata-rata jumlah pasien yang telah dilayani, dan rata-rata jumlah darah lengkap untuk produksi.

Gambar 5.4 Contoh tampilan output simulasi untuk data statistik

Data Laporan Umum	
Data Statistik	
Rata-rata Jumlah darah lengkap per hari	<input type="text" value="0"/>
Rata-rata Jumlah sisa PRC per hari	<input type="text" value="0"/>
Rata-rata Jumlah Pasien yang dipenuhi per hari	<input type="text" value="0"/>
Rata-rata Waktu Tunggu Pasien	<input type="text" value="0.00"/>
Rata-rata Jumlah darah lengkap untuk produksi per hari	<input type="text" value="0"/>
Pers. Darah untuk produksi dgn jumlah produksi komponen	<input type="text" value="0.00"/>
Pers. Darah untuk produksi dgn jumlah komp. terpenuhi	<input type="text" value="0.00"/>
Utilitas server 5 (2)	<input type="text" value="0.00"/>
Utilitas server 6 (2)	<input type="text" value="0.00"/>

5.3. PELAKSANAAN SIMULASI

Setelah model simulasi telah dinyatakan valid berdasarkan uji validasi seperti tersebut di atas maka langkah selanjutnya adalah melakukan percobaan. Percobaan ini dilakukan dengan mengubah-ubah kombinasi jumlah persediaan komponen darah harian pada program simulasi.

Tujuan dari pelaksanaan simulasi adalah untuk menentukan jumlah persediaan harian masing-masing komponen darah yang bisa meminimalkan rata-rata waktu tunggu pasien. Masalahnya sekarang adalah bagaimana melakukan simulasi sehingga jumlah persediaan harian untuk masing-masing komponen darah tersebut dapat ditemukan.

Tindakan yang mungkin dilakukan untuk mendapatkan besarnya jumlah persediaan komponen darah yang optimal itu dengan melakukan percobaan.

Percobaan dilakukan dengan mencoba-coba setiap alternatif kombinasi jumlah persediaan masing-masing komponen darah kemudian membandingkan lamanya waktu tunggu pasien untuk setiap alternatif tersebut. Alternatif jumlah persediaan komponen terbaik adalah jumlah persediaan komponen darah harian yang bisa memberikan rata-rata waktu tunggu pasien terpendek. Masalah yang timbul kemudian adalah jika setiap alternatif kombinasi jumlah persediaan komponen darah itu dimasukkan dalam percobaan maka pelaksanaan simulasi akan membutuhkan waktu yang sangat panjang.

Untuk mengatasi masalah ini maka percobaan dilakukan dengan mereduksi banyaknya alternatif kombinasi jumlah persediaan komponen darah. Alternatif kombinasi jumlah persediaan komponen yang dilibatkan dalam percobaan hanyalah alternatif yang diyakini mendekati kombinasi jumlah persediaan komponen darah yang optimal, dengan cara menginputkan rata-rata jumlah permintaan harian untuk masing-masing komponen darah ke dalam program simulasi dan berangkat dari situlah dilakukan percobaan trial and error untuk mencari jumlah produksi yang optimal.

Jumlah persediaan harian untuk masing-masing komponen darah yang digunakan sebagai patokan penetapan jumlah persediaan harian di PMI adalah rata-rata jumlah permintaan harian untuk masing-masing jenis komponen tersebut. Dari pengolahan data diketahui bahwa rata-rata jumlah permintaan untuk setiap jenis komponen setiap hari adalah sebagai berikut:

Tabel 5.3 Rata-rata jumlah permintaan harian tiap jenis komponen tiap golongan darah

	O	A	B	AB
FP	2	1	1	1
PRC	23	10	14	4
TC	6	3	4	1
PL	5	3	3	1
FFP	2	1	1	1

Dari komponen-komponen darah tersebut di atas PRP, WE dan AHF tidak dilakukan pencarian jumlah permintaan untuk setiap jenis golongan darah mengingat permintaannya sangat sedikit (kurang dari satu bags per hari untuk PRP) dan umur komponen darah yang terlalu singkat untuk WE dan AHF.

Dari tabel di atas diketahui bahwa produksi komponen darah yang diperlukan setiap hari hanyalah PRC dan PL hal ini dikarenakan aktivitas produksi PRC secara otomatis akan menghasilkan komponen FP dan aktifitas produksi PL secara otomatis akan menghasilkan komponen TC tetapi tidak demikian sebaliknya (lihat diagram penggunaan darah secara efisien hal 55).

5.3.1. Steady state

Simulasi dijalankan sampai pada kondisi steady state. Untuk mencari sampai pada waktu simulasi berapakah sudah terjadi steady state maka dilakukan running simulasi dengan waktu pendek dengan pengulangan sebanyak 10 kali untuk setiap waktu running simulasi. Kemudian dilakukan penambahan waktu running simulasi selama satu siklus (1440 menit) dan dibandingkan hasilnya dengan hasil running

simulasi sebelumnya, hal ini dilakukan hingga 20 hari/siklus (28.800 menit) running simulasi. Untuk mempercepat terjadinya kesetimbangan maka dilakukan pencarian kondisi inisialisasi seperti tampak pada tabel 5.4 (b), yaitu untuk menentukan mulai siklus ke berapa dilakukan perhitungan terhadap parameter simulasi yang diukur dengan mengabaikan perhitungan data pada awal running simulasi metode ini dikenal dengan istilah *warming up the model* atau *initial data deletion*, hal ini perlu dilakukan mengingat bahwa pengamatan yang dilakukan mendekati awal simulasi mungkin kurang representatif terhadap perilaku steady state dan untuk itulah dilakukan pemilihan kondisi awal²⁴. Apabila hasil running simulasi (dalam hal ini rata-rata waktu tunggu pasien) mempunyai perbedaan kurang dari atau sama dengan 5% dengan hasil running simulasi sebelumnya maka disimpulkan bahwa waktu simulasi tersebut sudah terjadi kondisi steady state. Dan apabila hasil running lebih besar dari 5% maka pada waktu simulasi tersebut belum terjadi steady state.

Pencarian waktu steady state dilakukan terhadap running simulasi untuk kondisi yang terjadi saat ini di UTD PMI, dimana produksi komponen darah hanya ditujukan untuk menghasilkan persediaan komponen PRC (Packed Red Cell) sesuai dengan jumlah rata-rata permintaan harian. Hasil pencarian waktu steady state dapat dilihat pada ikhtisar di halaman berikut:

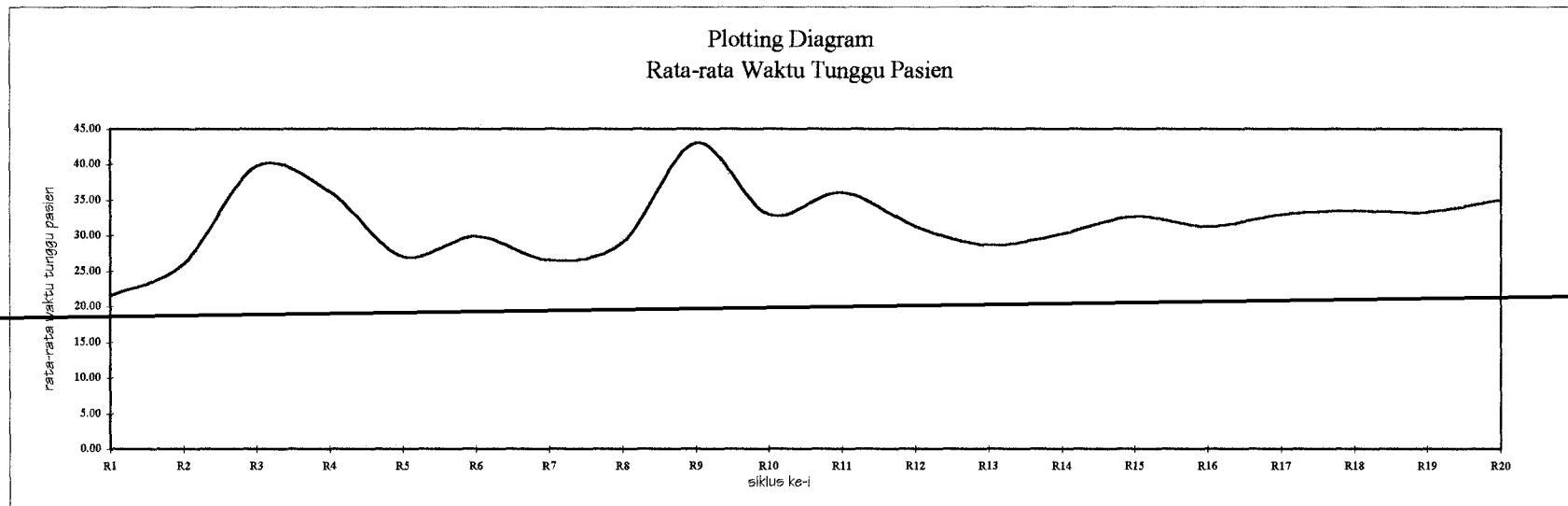
²⁴ Law, Averill M, and Kelton, David W, *Ibid.* halaman 545.

Tabel 5.4 (a) Steady state

		Produksi Komponen			
		O	A	B	AB
PRC		23	10	14	4
PL		-	-	-	-

Data: Rata-rata Waktu Tunggu Pasien

No.	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	R20
1	40.25	17.32	54.86	38.32	18.99	32.04	22.26	28.47	45.36	27.01	69.89	17.83	45.1	34.83	26.74	22.65	27.49	28.51	21.06	28.8
2	15.14	23.65	57.37	70.57	20.51	22.03	25.56	42.77	19.96	30.29	39.73	49.39	22.03	22.19	37.22	34.1	28.73	25.18	31.44	38.39
3	8.43	17.21	76.17	43.46	34.84	43.41	30.31	37.58	27.61	26.26	28.48	23.83	22.05	29.71	24.73	46.05	22.1	32.82	59.87	37.37
4	18.45	42.49	63.16	44.18	25.39	30.19	25.59	30.84	29.67	55.67	51.6	26.32	18.43	20.08	39.86	30.99	54.52	27.79	25.76	38.68
5	31.98	19.64	14.3	49.52	23.11	23.86	29.45	31.46	37.36	22.68	20.94	34.45	31.31	26.61	26.19	38.96	30.43	30.1	21.83	27.14
6	25.16	8.75	17.95	13.11	15.23	28.29	16.11	27.56	96.51	28.54	29.96	23.16	28.98	39.05	26.64	28.94	26.3	57.2	24.16	40.9
7	17.11	25.86	34.18	24.71	42.87	34.5	27.21	24.41	41.01	28.73	35.24	19.77	24.75	29.35	19.34	29.28	35.36	36.1	36.55	24.59
8	11.27	13.78	20.3	35.11	24.93	24.66	22.22	32.89	23.73	24.84	20.83	63.81	25.29	19.98	27.17	33.18	25.67	34.74	27.32	53.89
9	29.44	42.63	24.93	24.83	16.62	32.41	36.85	19.13	30.23	67.57	27.11	30.83	28.76	36.06	64.21	25.62	55.28	33.06	54.05	27.17
10	17.77	49.78	34.86	17.89	48.17	27.65	29.93	15.86	79.46	18.5	37.35	23.56	40.51	45.27	35.35	22.99	23.93	29.89	30.98	33.97
rata-rata	21.50	26.11	39.81	36.17	27.07	29.90	26.55	29.10	43.09	33.01	36.11	31.30	28.72	30.31	32.75	31.28	32.98	33.54	33.30	35.09
std deviasi	9.98	13.98	21.57	17.03	11.23	6.22	5.66	8.04	25.20	15.70	15.04	14.59	8.41	8.47	12.73	7.25	12.11	8.96	13.39	8.78
koef. var.	0.46	0.54	0.54	0.47	0.42	0.21	0.21	0.28	0.58	0.48	0.42	0.47	0.29	0.28	0.39	0.23	0.37	0.27	0.40	0.25

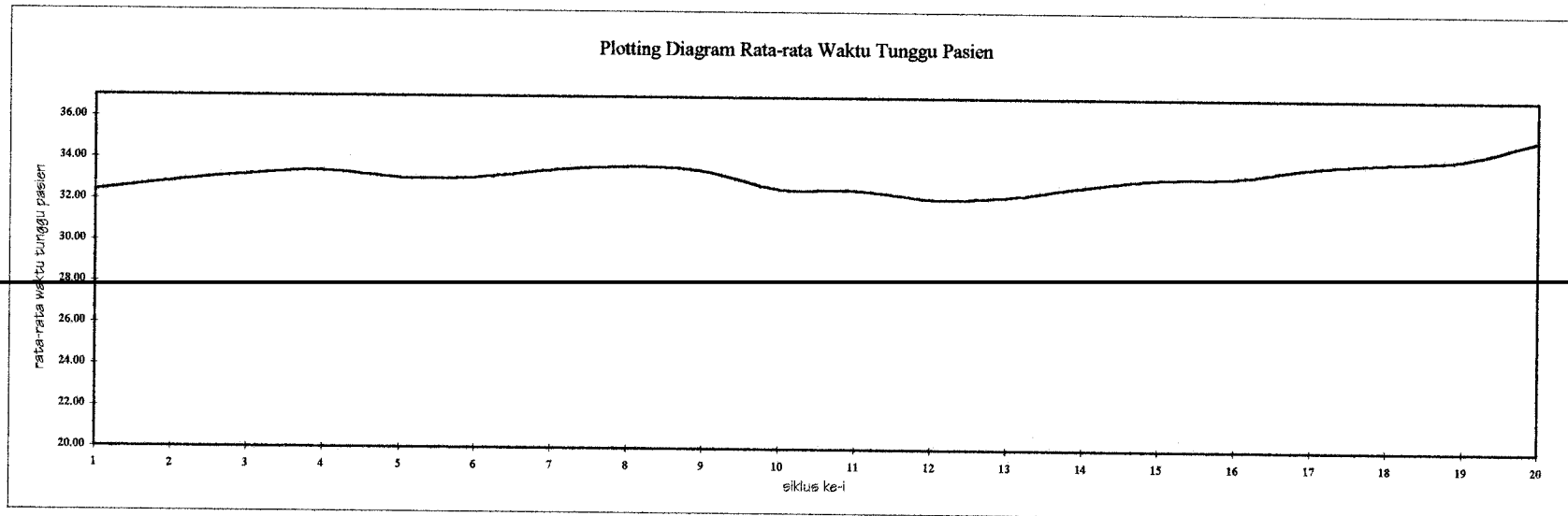


Tabel 5.4 (b) Penentuan warming up period

		Produksi Komponen			
		O	A	B	AB
PRC		23	10	14	4
PL		-	-	-	-

Data: Rata-rata Waktu Tunggu Pasien

No.	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	R20
1	32.39	31.98	32.79	31.49	31.06	31.87	31.86	32.60	32.94	31.81	32.29	28.11	29.40	27.15	25.88	25.70	26.47	26.12	24.93	28.80
2	32.81	33.74	34.30	32.95	30.60	31.27	31.93	32.42	31.55	32.61	32.84	32.07	29.91	31.04	32.51	31.57	30.94	31.67	34.92	38.39
3	33.61	34.94	35.93	33.56	32.94	32.81	32.06	32.19	31.74	32.12	32.70	33.17	34.34	36.09	37.16	39.64	38.04	43.35	48.62	37.37
4	39.98	35.85	35.48	39.86	42.21	39.73	33.99	34.63	34.95	35.43	33.40	31.38	32.01	33.95	36.27	35.55	36.69	30.74	32.22	38.68
5	28.57	28.4	28.87	29.73	28.49	28.85	39.21	37.29	29.00	28.24	28.80	29.67	29.07	28.75	29.11	29.69	27.38	26.36	24.49	27.14
6	30.13	30.39	31.59	32.39	33.60	34.82	35.22	36.76	37.53	32.17	32.53	32.81	34.02	34.74	34.02	35.50	37.14	40.75	32.53	40.90
7	29.55	30.20	30.44	30.22	30.57	29.75	27.41	26.58	30.01	29.01	29.03	28.34	29.42	30.08	30.20	32.38	33.15	32.41	30.57	24.59
8	28.28	29.18	30.03	30.60	30.32	30.68	31.11	31.80	31.50	32.43	33.19	34.56	30.91	31.71	33.66	34.96	35.41	38.65	40.61	53.89
9	35.34	39.65	39.26	39.87	36.56	37.89	38.28	38.39	40.00	40.88	38.22	39.45	40.53	42.21	43.23	39.04	42.39	38.09	40.61	27.17
10	33.18	33.99	33.12	33.02	33.96	33.01	33.40	33.66	35.15	31.12	32.38	31.83	32.86	31.77	29.52	28.35	29.69	31.61	32.48	33.97
rata-rata	32.38	32.83	33.18	33.37	33.03	33.07	33.45	33.63	33.44	32.58	32.54	32.14	32.25	32.75	33.16	33.24	33.73	33.98	34.20	35.09
std deviasi	3.55	3.48	3.16	3.65	3.97	3.50	3.48	3.41	3.45	3.52	2.58	3.30	3.50	4.29	4.94	4.53	5.10	5.93	7.41	8.78
koef. var.	0.11	0.11	0.10	0.11	0.12	0.11	0.10	0.10	0.10	0.11	0.08	0.10	0.11	0.13	0.15	0.14	0.15	0.17	0.22	0.25



Dari tabel tersebut di atas diketahui bahwa kondisi awal dipilih mulai siklus ke 9 dengan koefisien variansi sebesar 10% dengan lama rata-rata waktu tunggu pasien yang datang (33.44 menit) tidak jauh berbeda ($\leq 5\%$) dengan lama rata-rata waktu tunggu pasien pada running simulasi sebelumnya (33.63 menit). Dari kondisi awal ini (siklus ke 9) mulai dilakukan perhitungan terhadap parameter simulasi yaitu rata-rata waktu tunggu pasien.

5.3.2. Simulasi untuk menentukan jumlah persediaan harian

Penentuan jumlah persediaan harian untuk tiap-tiap komponen darah (PRC dan PL) tiap golongan darah dilakukan dengan cara trial and error mengacu pada jumlah permintaan harian untuk tiap jenis komponen tiap golongan darah.

Seperti kita ketahui bahwa jumlah permintaan harian untuk komponen PRC dan PL adalah sebagai berikut:

Tabel 5.4 Jumlah permintaan untuk komponen yang diproduksi

	O	A	B	AB
PRC	23	10	14	4
PL	6	3	4	1

Dari jumlah permintaan harian tersebut dilakukan optimasi rata-rata waktu tunggu pasien terhadap jumlah persediaan komponen PRC dengan prioritas golongan darah jumlah permintaan komponen PRC yang terbesar hingga yang terkecil, kemudian dilanjutkan dengan optimasi terhadap persediaan komponen PL juga dengan prioritas golongan darah dari jumlah permintaan yang terbesar hingga yang terkecil.

Dari tabel permintaan komponen diatas diketahui bahwa usaha mengoptimalkan rata-rata waktu tunggu pasien dilakukan pertama kali terhadap jenis komponen PRC golongan darah O dengan jumlah permintaan 23 bags. Dari sini diambil range percobaan mulai dari jumlah persediaan 18 bags hingga 27 bags dengan jumlah repetisi 10 kali setiap percobaan, hasil dari running simulasi bisa dilihat pada tabel 5.6.

Dari tabel tersebut (tabel 5.6) bisa dilihat bahwa rata-rata waktu tunggu pasien diperoleh untuk jumlah persediaan PRC golongan darah O sebanyak 21 bags dengan lama rata-rata waktu tunggu pasien sebesar 43.89 menit.

Usaha optimisasi berikutnya dilakukan terhadap jumlah persediaan komponen PRC golongan darah B hingga terakhir optimasi terhadap jumlah persediaan komponen PL golongan darah AB, hasil selengkapnya disajikan dalam tabel 5.6 - 5. 13.

Hasil yang diperoleh dari optimasi rata-rata waktu tunggu melalui program simulasi hingga akhir percobaan menunjukkan adanya pengurangan rata-rata waktu tunggu pasien menjadi 24,85 menit dengan kombinasi persediaan komponen yang optimal sebagai berikut:

Tabel 5.5 Kombinasi jumlah persediaan komponen darah optimal

	O	A	B	AB
PRC	21	9	16	4
PL	9	2	5	-

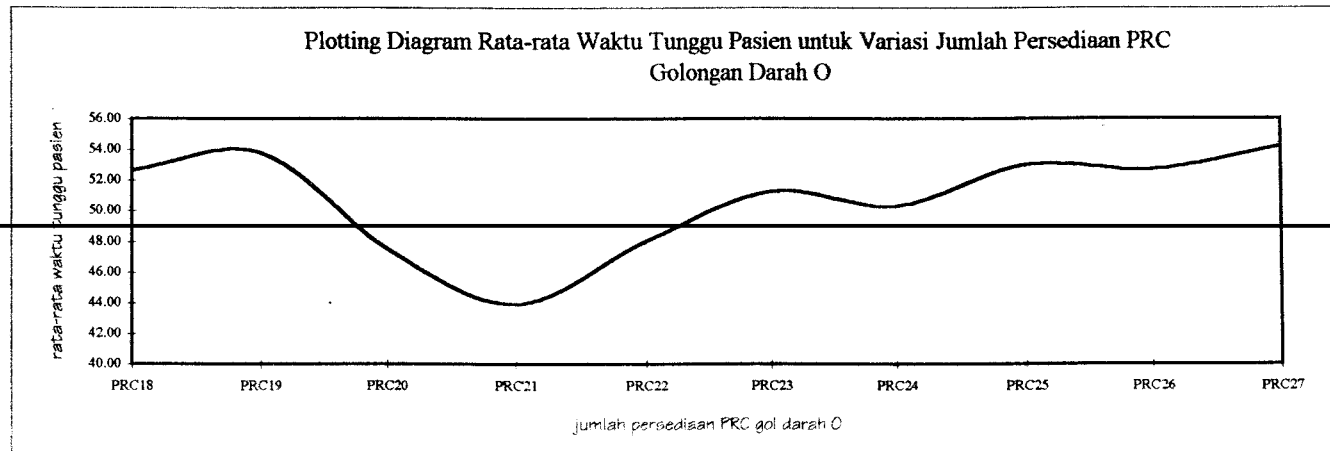
kemudian tahapan pengurangan waktu tunggu pasien dengan metode simulasi disusun berupa grafik penurunan rata-rata waktu tunggu pasien pada gambar 5.5

Tabel 5.6 Eksperimen simulasi untuk menentukan jumlah persediaan PRC golongan darah O

	Produksi Komponen			
	O	A	B	AB
PRC	21	-	-	-
PL	-	-	-	-

Data: Rata-rata Waktu Tunggu Pasien untuk Variasi Produksi PRC Golongan Darah O

No.	PRC18	PRC19	PRC20	PRC21	PRC22	PRC23	PRC24	PRC25	PRC26	PRC27
1	47.23	53.61	45.26	42.73	48.46	55.89	52.26	50.28	52.89	58.73
2	55.71	55.35	45.33	43.58	53.68	53.65	48.58	51.67	47.63	52.69
3	54.33	59.18	47.40	47.65	49.53	52.52	49.53	48.47	49.87	46.07
4	53.17	57.89	47.32	46.93	48.78	55.45	49.27	56.77	59.12	54.89
5	55.71	51.18	48.53	42.38	45.22	45.36	50.52	57.15	44.93	58.36
6	50.07	53.22	45.07	42.10	42.92	48.26	49.33	48.53	51.57	54.14
7	54.56	52.14	49.62	41.81	49.69	58.12	46.56	50.28	53.93	54.36
8	50.10	53.01	47.94	42.38	48.53	53.32	54.45	58.51	58.15	49.64
9	52.47	53.02	53.11	45.91	45.20	42.24	51.96	56.55	53.44	54.39
10	52.99	49.39	45.73	43.41	48.19	47.67	50.48	51.72	55.73	58.89
rata-rata	52.63	53.80	47.53	43.89	48.02	51.25	50.29	52.99	52.73	54.22
std deviasi	2.75	2.96	2.49	2.14	2.98	5.12	2.20	3.85	4.44	4.08

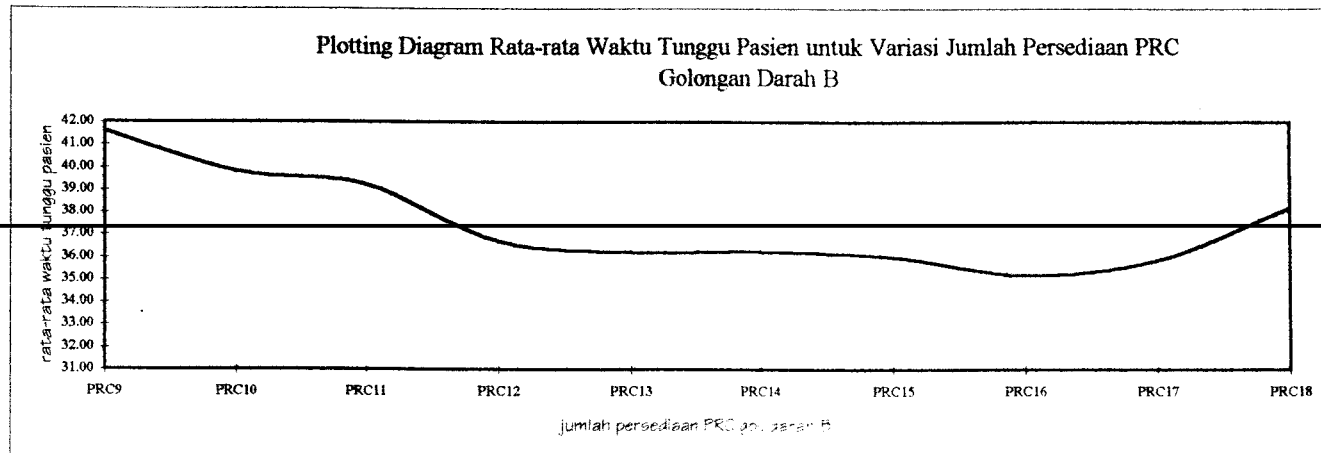


Tabel 5.7 Eksperimen simulasi untuk menentukan jumlah persediaan PRC golongan darah B

		Produksi Komponen			
		O	A	B	AB
PRC		21	-	16	-
PL		-	-	-	-

Data: Rata-rata Waktu Tunggu Pasien untuk Variasi Produksi PRC Golongan Darah B

No.	PRC9	PRC10	PRC11	PRC12	PRC13	PRC14	PRC15	PRC16	PRC17	PRC18
1	37.16	37.51	34.60	41.28	34.71	29.07	39.67	39.40	36.06	39.21
2	33.61	44.80	36.85	31.87	35.65	37.50	36.59	29.41	35.31	39.68
3	41.72	35.36	33.21	35.80	43.85	38.38	29.29	37.05	29.60	37.36
4	46.41	37.40	44.02	33.01	38.81	40.09	32.14	36.72	39.88	36.01
5	44.04	37.77	40.88	42.13	37.30	36.60	40.51	31.10	38.79	41.22
6	39.82	35.46	39.56	36.29	36.06	40.41	37.82	37.29	36.71	43.44
7	45.28	48.29	35.46	35.46	36.28	36.68	36.99	32.68	37.56	37.28
8	38.95	37.33	39.78	42.87	33.15	34.45	33.41	37.49	34.73	35.14
9	42.33	39.42	44.68	34.65	31.39	31.14	34.17	34.36	32.13	36.57
10	46.81	44.73	43.21	33.76	34.87	38.18	39.43	36.44	37.69	35.88
rata-rata	41.61	39.81	39.23	36.71	36.21	36.25	36.00	35.19	35.85	38.18
std deviasi	4.27	4.49	4.07	3.96	3.39	3.70	3.65	3.20	3.10	2.66

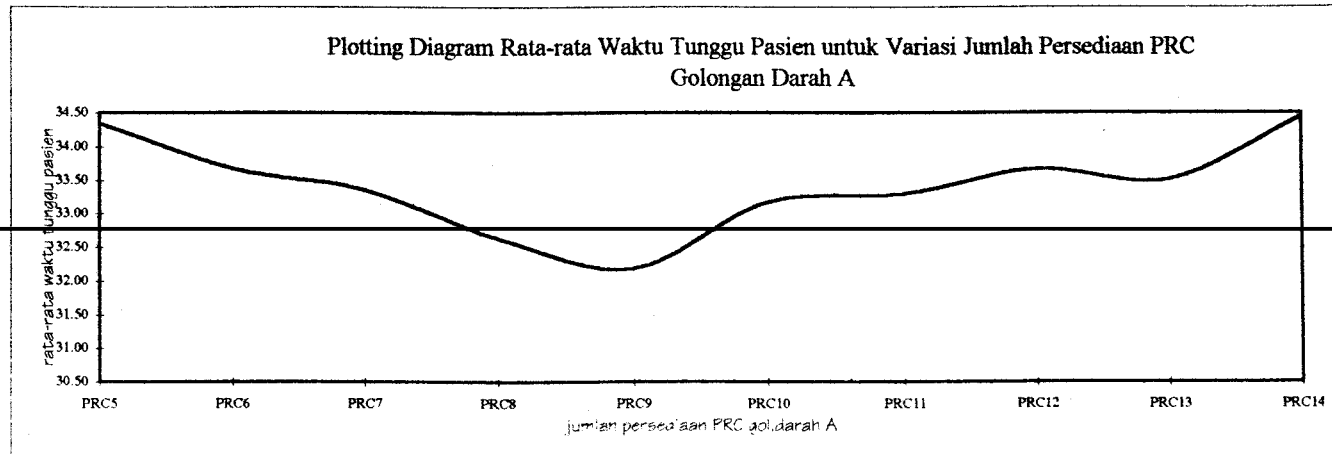


Tabel 5.8 Eksperimen simulasi untuk menentukan jumlah persediaan PRC golongan darah A

		Produksi Komponen			
		O	A	B	AB
PRC		21	9	16	-
PL		-	-	-	-

Data: Rata-rata Waktu Tunggu Pasien untuk Variasi Produksi PRC Golongan Darah A

No.	PRC5	PRC6	PRC7	PRC8	PRC9	PRC10	PRC11	PRC12	PRC13	PRC14
1	36.81	31.49	30.25	34.03	34.50	33.29	30.91	29.33	30.02	38.78
2	36.80	32.96	34.14	29.90	33.99	31.66	27.56	39.56	28.59	32.77
3	34.32	36.34	35.47	33.47	28.60	38.11	35.21	35.03	28.19	28.19
4	36.56	28.83	39.78	34.98	30.98	35.78	29.94	32.45	32.30	33.49
5	27.44	28.68	31.69	30.94	33.02	28.08	36.86	28.81	33.08	34.69
6	36.74	34.46	28.58	38.11	34.55	29.38	35.32	32.33	36.72	38.42
7	30.78	35.71	33.99	28.15	35.76	29.51	39.13	31.16	37.69	36.63
8	35.47	36.71	35.48	30.16	31.12	34.96	36.11	34.56	36.41	36.28
9	34.78	39.14	32.67	32.71	29.18	31.82	32.57	36.27	36.68	33.64
10	33.73	32.44	31.44	33.87	30.17	39.12	29.31	37.19	35.45	31.56
rata-rata	34.34	33.68	33.35	32.63	32.19	33.17	33.29	33.67	33.51	34.45
std deviasi	3.07	3.43	3.17	2.91	2.50	3.77	3.78	3.47	3.60	3.24

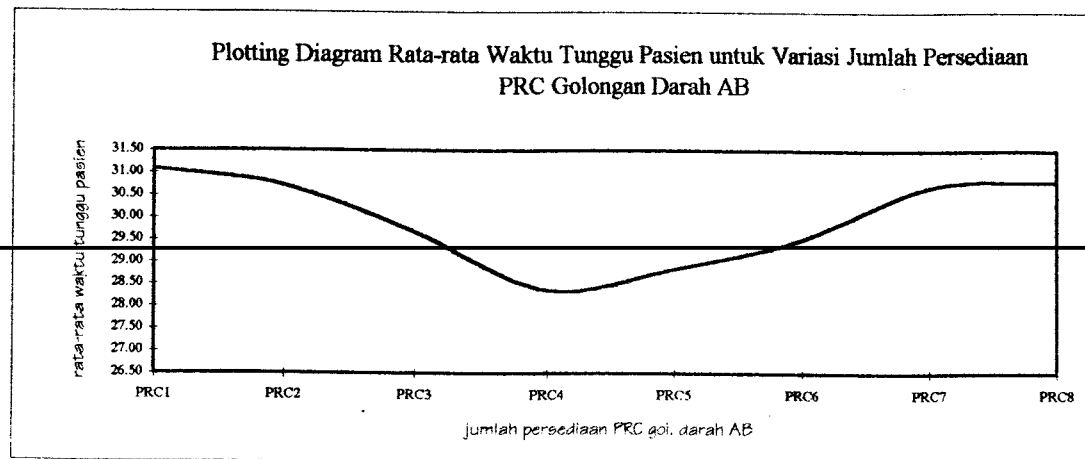


Tabel 5.9 Eksperimen simulasi untuk menentukan jumlah persediaan PRC golongan darah AB

		Produksi Komponen			
		O	A	B	AB
PRC		21	9	16	4
PL		-	-	-	-

Data: Rata-rata Waktu Tunggu Pasien untuk Variasi Produksi PRC Golongan Darah AB

No.	PRC1	PRC2	PRC3	PRC4	PRC5	PRC6	PRC7	PRC8
1	36.17	27.83	27.81	29.70	26.38	33.29	29.10	30.28
2	33.41	32.23	32.02	27.85	27.93	33.48	35.27	35.15
3	33.46	29.86	28.15	28.74	34.72	25.84	33.42	36.47
4	25.54	30.53	27.73	27.27	29.36	31.72	32.31	31.28
5	29.44	33.73	29.74	30.22	32.25	29.94	24.85	28.59
6	34.31	29.45	31.29	28.47	31.61	29.29	28.35	30.19
7	27.39	34.48	32.27	25.43	26.19	31.26	28.46	25.69
8	31.46	31.24	27.16	24.09	26.39	27.46	30.58	29.57
9	29.14	28.59	31.13	29.62	25.11	24.57	29.34	29.42
10	30.58	29.19	29.31	32.27	28.45	28.17	35.12	31.42
rata-rata	31.09	30.71	29.66	28.37	28.84	29.50	30.68	30.81
std deviasi	3.31	2.20	1.92	2.37	3.13	3.02	3.33	3.10

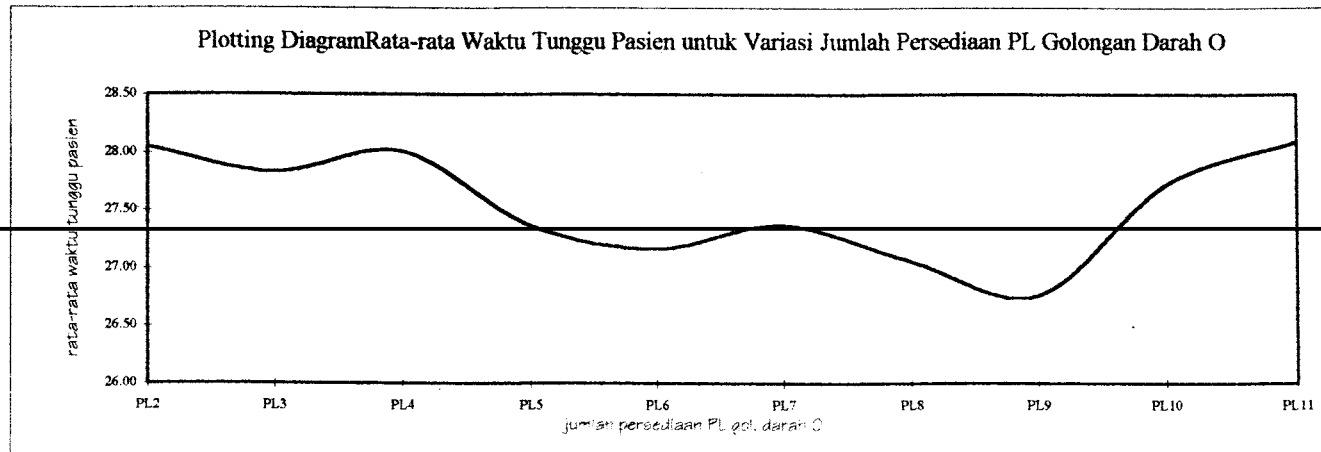


Tabel 5.10 Eksperimen simulasi untuk menentukan jumlah persediaan PRC golongan darah O

PRC	Produksi Komponen			
	O	A	B	AB
PRC	21	9	16	4
PL	9	-	-	-

Data: Rata-rata Waktu Tunggu Pasien untuk Variasi Produksi PL Golongan Darah O

No.	PL2	PL3	PL4	PL5	PL6	PL7	PL8	PL9	PL10	PL11
1	31.09	32.18	31.85	21.22	28.33	27.14	24.36	22.24	28.65	31.36
2	33.58	31.39	30.61	28.55	24.71	22.40	27.69	27.20	29.77	25.80
3	27.75	26.53	25.78	30.46	28.71	26.59	25.41	27.55	23.85	31.07
4	30.16	26.78	24.26	24.17	30.62	31.10	25.59	28.31	26.92	27.64
5	24.96	30.02	28.23	26.65	23.76	25.28	25.56	28.05	27.31	29.30
6	26.39	28.47	25.73	25.14	25.43	28.65	26.58	26.79	28.56	28.36
7	27.19	26.36	28.19	27.31	28.54	31.61	30.51	25.63	27.64	25.46
8	28.27	23.69	24.97	30.22	27.11	26.60	30.87	28.11	33.28	28.10
9	24.75	27.19	29.73	29.46	28.17	26.84	29.54	24.53	25.68	27.38
10	26.35	25.69	30.72	30.44	26.24	27.46	24.45	29.23	25.57	26.47
rata-rata	28.05	27.83	28.01	27.36	27.16	27.37	27.06	26.76	27.72	28.09
std deviasi	2.81	2.66	2.69	3.10	2.11	2.67	2.46	2.09	2.61	2.02

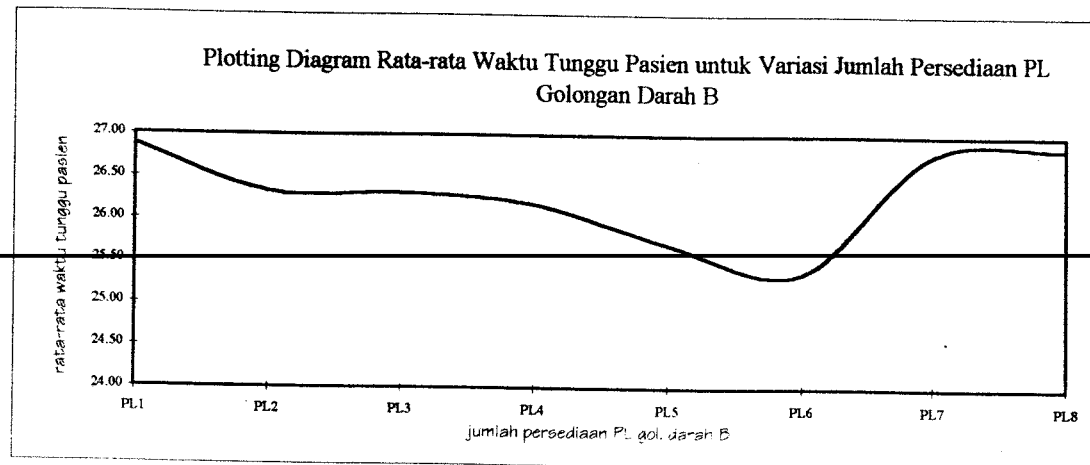


Tabel 5.11 Eksperimen simulasi untuk menentukan jumlah persediaan PRC golongan darah B

		Produksi Komponen			
		O	A	B	AB
PRC		21	9	16	4
PL		9	-	5	-

Data: Rata-rata Waktu Tunggu Pasien untuk Variasi Produksi PL Golongan Darah B

No.	PL1	PL2	PL3	PL4	PL5	PL6	PL7	PL8
1	28.71	24.88	25.47	24.17	25.87	26.09	29.48	28.85
2	27.12	25.68	27.83	23.68	21.10	25.88	25.49	29.32
3	26.19	24.37	29.06	29.38	28.99	20.34	24.70	27.29
4	27.31	27.31	24.31	27.98	24.97	25.69	31.32	25.30
5	28.29	26.49	23.10	22.55	27.95	22.96	24.06	23.19
6	26.24	32.48	25.13	25.40	24.87	29.68	26.62	25.40
7	29.32	24.60	22.56	30.01	27.79	22.12	28.51	27.35
8	27.52	28.57	25.78	25.47	25.09	28.29	29.45	28.46
9	23.99	23.19	30.25	28.90	25.89	27.99	22.87	25.87
10	24.12	25.66	29.62	24.31	24.49	24.59	25.27	27.56
rata-rata	26.88	26.32	26.31	26.19	25.70	25.36	26.78	26.86
std deviasi	1.79	2.66	2.73	2.66	2.22	2.93	2.77	1.90

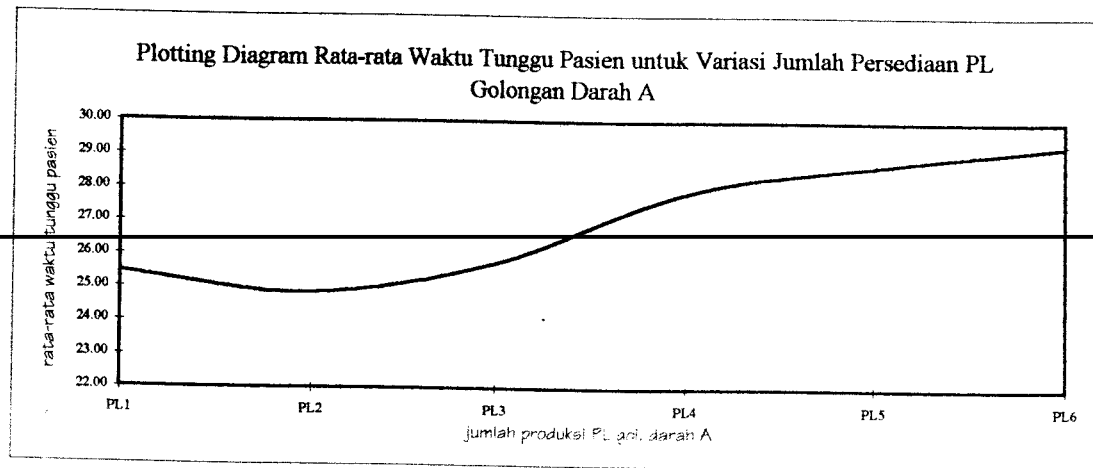


Tabel 5.12 Eksperimen simulasi untuk menentukan jumlah persediaan PRC golongan darah A

		Produksi Komponen			
		O	A	B	AB
PRC		21	9	16	4
PL		9	2	5	-

Data: Rata-rata Waktu Tunggu Pasien untuk Variasi Produksi PL Golongan Darah A

No.	PL1	PL2	PL3	PL4	PL5	PL6
1	26.57	24.81	25.01	30.29	28.79	28.81
2	27.56	26.27	24.12	27.03	31.68	31.17
3	24.03	27.50	27.29	31.38	29.07	29.33
4	27.90	20.60	25.58	26.44	28.67	28.11
5	23.03	25.77	29.91	24.04	27.33	32.74
6	22.31	23.36	24.83	29.21	29.80	33.69
7	25.63	22.81	25.46	23.60	27.33	28.97
8	25.84	25.86	25.91	29.11	28.21	31.44
9	29.36	23.83	26.99	28.45	30.27	24.16
10	22.39	27.69	22.41	29.04	25.67	24.48
rata-rata	25.46	24.85	25.75	27.86	28.68	29.29
std deviasi	2.46	2.22	2.02	2.56	1.70	3.17

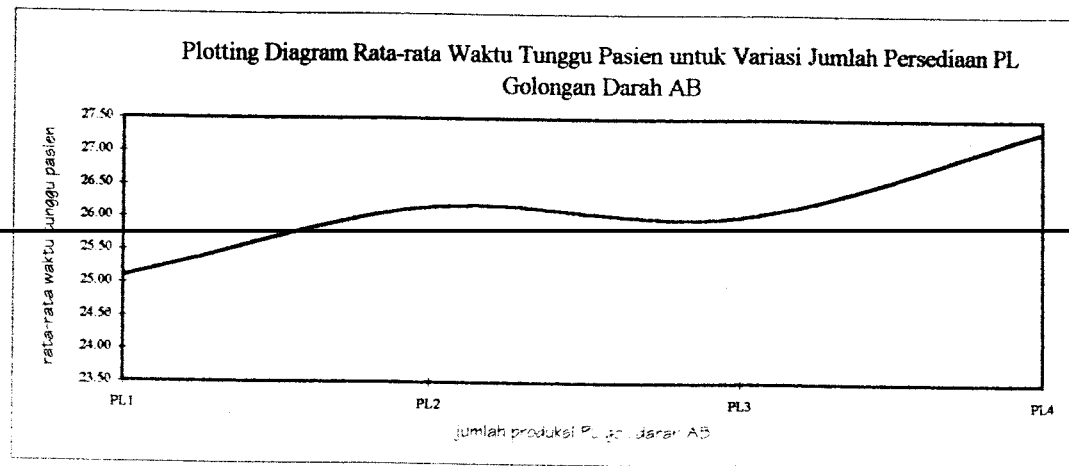


Tabel 5.13 Eksperimen simulasi untuk menentukan jumlah persediaan PRC golongan darah AB

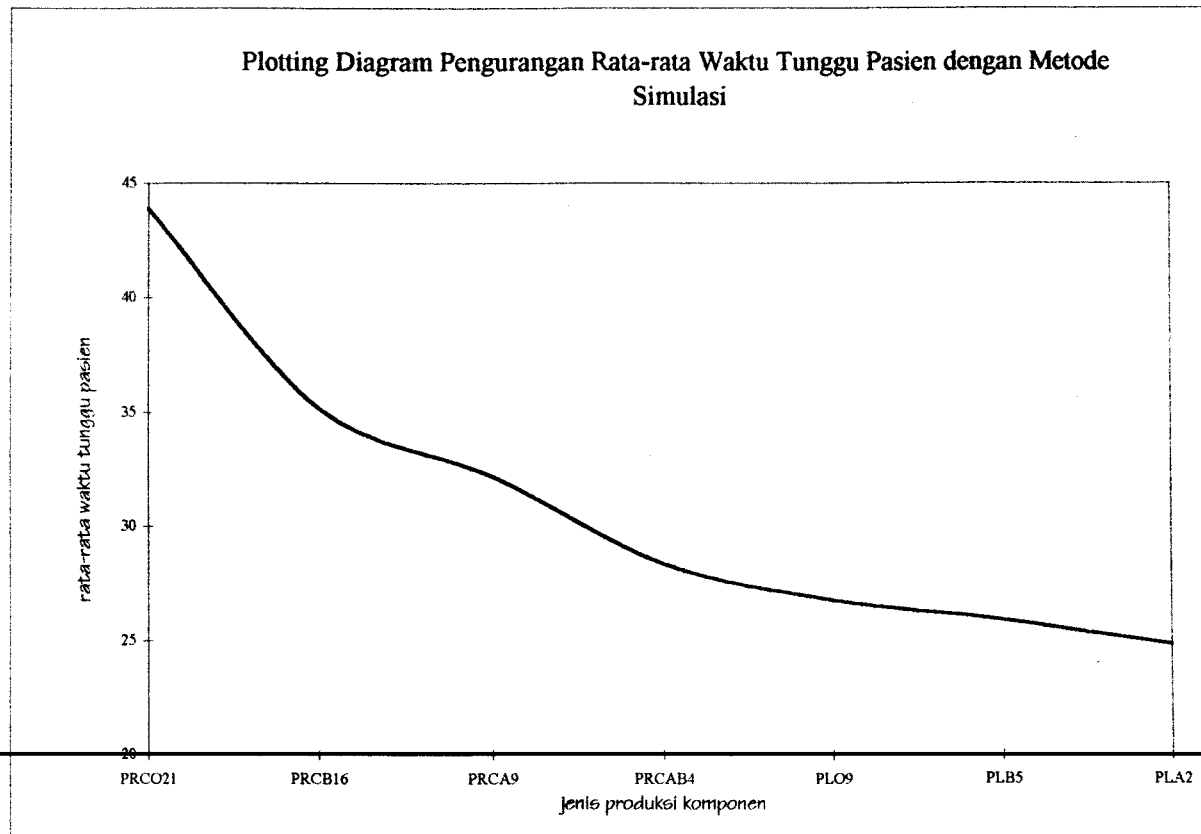
PRC	Produksi Komponen			
	O	A	B	AB
PRC	21	9	16	4
PL	9	2	5	-

Data: Rata-rata Waktu Tunggu Pasien untuk Variasi Produksi PL Golongan Darah AB

No.	PL1	PL2	PL3	PL4
1	23.25	23.51	28.29	28.26
2	24.22	26.42	23.79	27.99
3	28.12	27.61	25.08	28.22
4	28.03	26.97	28.26	30.16
5	26.91	26.20	26.31	28.15
6	25.69	26.35	21.64	27.69
7	21.68	26.59	28.08	25.41
8	24.35	24.31	28.74	24.56
9	25.05	23.64	25.63	25.93
10	23.64	29.95	24.36	26.86
rata-rata	25.09	26.16	26.02	27.32
std deviasi	2.11	1.95	2.35	1.65



Gambar 5.5 Grafik pengurangan waktu tunggu pasien dengan metode simulasi



5.3.3. Analisa hasil simulasi

Dari hasil running simulasi seperti terlihat pada tabel 5.6 - 5.13 diketahui bahwa apabila jumlah penyediaan komponen darah lebih sedikit dari pada jumlah permintaan yang datang atau dengan kata lain kedatangan permintaan pasien tidak diikuti ketersediaan komponen yang diperlukan menyebabkan pasien harus menunggu proses pengolahan darah yang berasal dari darah segar, darah simpan maupun Fresh Frozen Plasma dan berakibat bertambahnya waktu tunggu pasien.

Tetapi apabila jumlah komponen darah yang akan diproduksi terlalu banyak berakibat tersitanya lebih banyak waktu daripada server yang bertugas melayani produksi komponen hanya untuk memproduksi komponen sesuai dengan yang direncanakan, dan mengakibatkan pasien harus menunggu lebih lama hingga ada server yang menganggur untuk segera memulai pelayanan.

Hal ini mudah terjadi (kelebihan atau kekurangan jumlah persediaan) apabila penetapan jumlah produksi komponen dilakukan hanya dengan memperhatikan rata-rata jumlah permintaan harian untuk komponen darah tertentu (seperti yang terjadi saat ini) tanpa memperhatikan kapan (jam berapa?) produksi komponen darah mulai dilakukan.

Melalui program simulasi, pengaruh waktu mulai produksi komponen, umur komponen darah maupun jumlah persediaan komponen darah terhadap rata-rata waktu tunggu bisa tercermin melalui berkurang atau bertambahnya rata-rata waktu tunggu pasien.

Dalam grafik diperlihatkan bahwa rata-rata waktu tunggu pasien akan semakin tinggi apabila jumlah ketersediaan komponen darah semakin jauh dari jumlah kedatangan permintaan komponen darah dan menurun apabila ketersediaan komponen darah semakin mendekati jumlah kedatangan permintaan pasien.

Dengan demikian maka apabila konfigurasi jumlah persediaan komponen darah yang optimal dengan metode simulasi ini diterapkan maka akan terjadi total pengurangan terhadap rata-rata waktu tunggu pasien sebesar 8,59 menit.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah dilakukan analisa hasil simulasi dan melakukan eksperimentasi maka dapat diperoleh konfigurasi jumlah persediaan komponen darah yang dapat meminimalisasi rata-rata waktu tunggu pasien yang datang di UTD PMI.

Kesulitan-kesulitan yang timbul adalah karena keterbatasan data yang tersedia maka aktifitas dropping antar UTD yang lain seperti Medan, Mataran, Yogyakarta tidak bisa digambarkan dalam model simulasi dan ditetapkan sebagai pengurangan terhadap jumlah persediaan darah lengkap selama periode tertentu.

Namun demikian model simulasi ini telah dapat mempresentasikan keadaan sistem yang sebenarnya berdasarkan validasi yang telah dilakukan pada bab sebelumnya.

6.1. KESIMPULAN

Akhirnya dari analisa model simulasi penentuan jumlah persediaan harian komponen darah diambil kesimpulan bahwa:

1. Jumlah persediaan komponen yang optimal adalah sebagai berikut:

	O	A	B	AB
PRC	21	9	16	4
PL	9	2	5	-

2. Rata-rata waktu tunggu pasien setelah dilakukan optimasi persediaan dengan metode simulasi menjadi 24,85 menit, yang berarti terjadi pengurangan terhadap rata-rata waktu tunggu sebesar 8,59 menit jika dibandingkan dengan sistem penetapan jumlah persediaan yang digunakan saat ini.

6.2. SARAN-SARAN

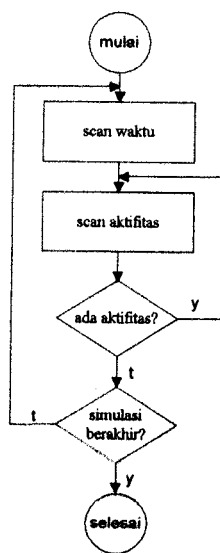
Untuk dapat menerapkan hasil penelitian ini maka ada beberapa saran yang patut dipertimbangkan, yaitu:

1. Untuk mendapatkan jumlah persediaan komponen darah harian yang optimal di masa mendatang maka harus dilakukan parameterisasi sistem. Hal ini perlu dilakukan karena parameter yang ada pada model ini diperoleh berdasarkan kondisi sistem pada saat ini. Dan karena pada masa mendatang dimungkinkan berubahnya tingkat kedatangan dari beberapa aktifitas yang mempengaruhi jalannya sistem antara lain jumlah kedatangan donor maupun pasien seiring dengan meningkatnya aktifitas kehidupan masyarakat, maka tentu saja nilai parameternya juga berubah.
2. Performans daripada sistem akan lebih baik lagi jika dilakukan analisa terhadap penentuan jumlah petugas di masing-masing bagian, hal ini perlu dilakukan mengingat terdapat ketidakseimbangan beban kerja di antara bagian-bagian yang terdapat di UTD PMI dibandingkan dengan jumlah petugas (server) yang ada.
3. Himbauan untuk memasyarakatkan donor darah tetap harus dilakukan dengan konsisten dan kerjasama yang lebih baik dalam pendistribusian bags darah dengan unit transfusi darah yang lain yang membutuhkan juga harus dilakukan dengan lebih

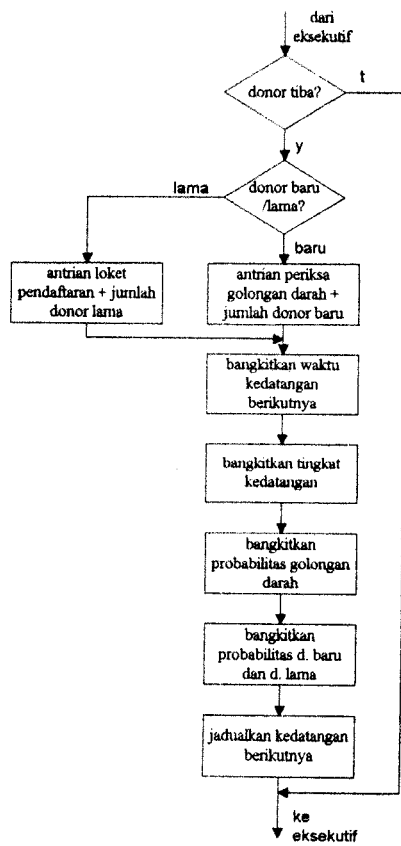
baik, sebagai imbalan terhadap meningkatnya jumlah persediaan darah serta pemanfaatan setiap bags darah secara maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

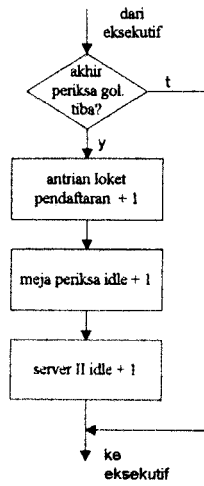
1. Tjutju Tarliah Dimiyati, Ir, **Operations Research, Model-Model Pengambilan Keputusan**, Penerbit Sinar Baru, cetakan pertama, Bandung, 1987.
2. Suad Husnan Drs, MBA, **Teori Antrian, Arti dan Kegunaannya Bagi Management**, BPFE, Yogyakarta, 1982.
3. I Nyoman Pujawan, **Tugas Akhir, Simulasi Sistem Antrian Untuk Menentukan Kebutuhan Jumlah Tenaga Medis di UGD Bedah RSUD dr. Soetomo Surabaya**, ITS, Surabaya, 1992.
4. Tersine, Richard J, **Principles of Inventory and Materials Management**, Third Edition, North Holland, New York.
5. Pangestu Subagyo, SE., MBA., **Dasar-Dasar Operations Research**, BPFE, Edisi kedua, Yogyakarta, 1985.
6. Law, Averill M, and Kelton, David W, **Simulation Modeling And Analysis**, second edition, McGraw-Hill, Inc, Singapore, 1991.
7. Pidd, Michael, **Computer Simulation in Management Science**, John Willey & Sons Ltd, 2nd, Singapore, 1988.
8. Walpole Ronald E. and Myers, Raymond H., **Probability and Statistics for Engineers and Scientists**, 2nd, edition, Macmillan Pub., co., Inc., 1978.
9. Daniel, Wayne W., **Statistik Nonparametrik Terapan**, terjemahan Alex Tri Kantjono W, PT Gramedia, Jakarta 1989.
10. Smith, Graham, **SEESIM Version for User Manual Volume I: Modelling Dynamic System**, Stanley Co. Pty Ltd, Sidney, 1989.



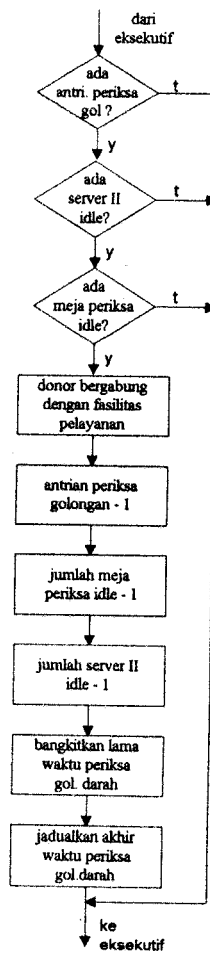
Gambar A.1 Diagram alir eksekutif pendekatan aktifitas



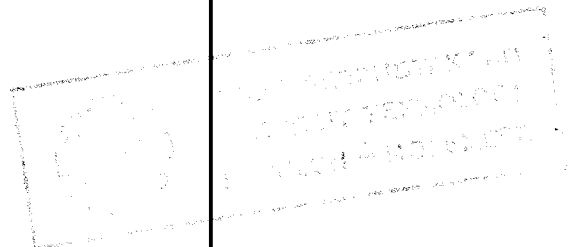
Gambar A.2 Diagram alir kedatangan donor

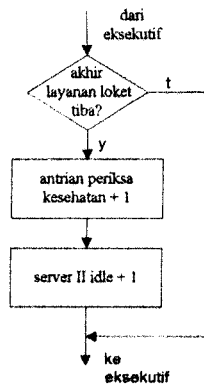


Gambar A.3 Diagram alir akhir periksa golongan darah

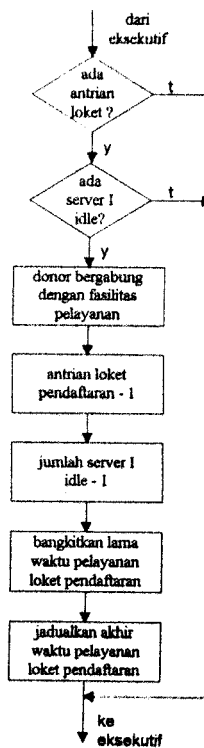


Gambar A.4 Diagram alir mulai periksa golongan darah

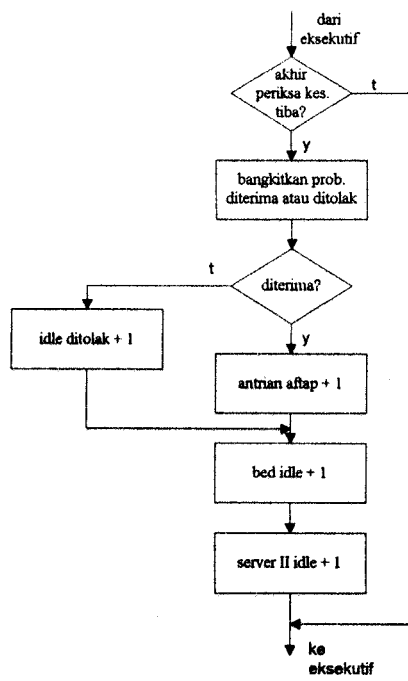




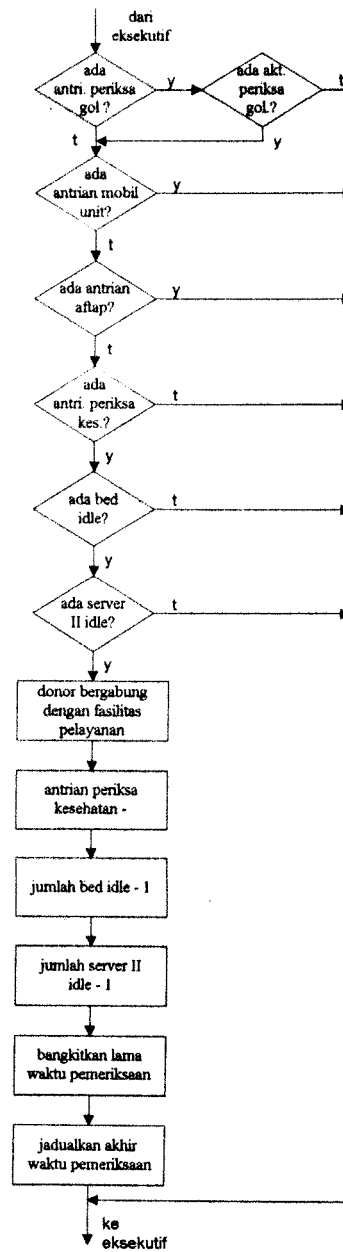
Gambar A.5 Diagram alir akhir pelayanan loket pendaftaran



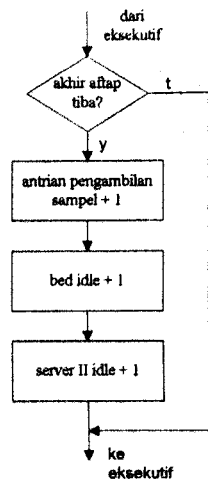
Gambar A.6 Diagram alir mulai pelayanan loket pendaftaran



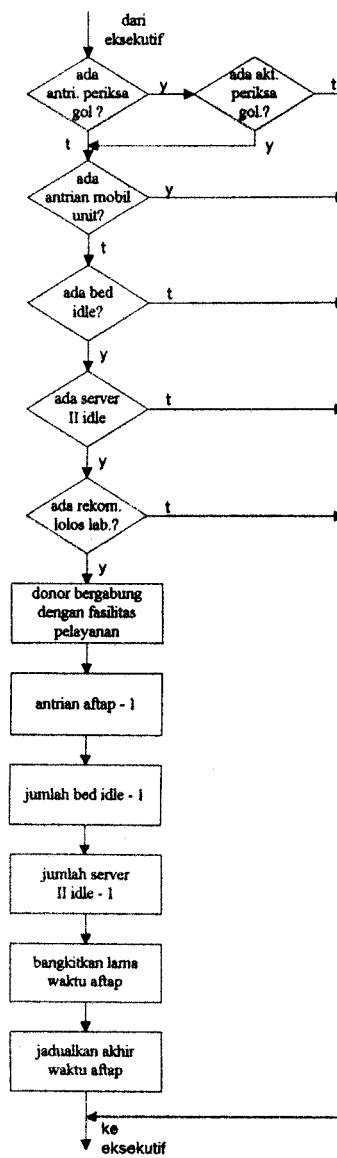
Gambar A.7 Diagram alir akhir pemeriksaan kesehatan



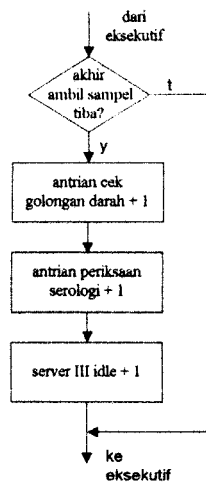
Gambar A.8 Diagram alir mulai pemeriksaan kesehatan



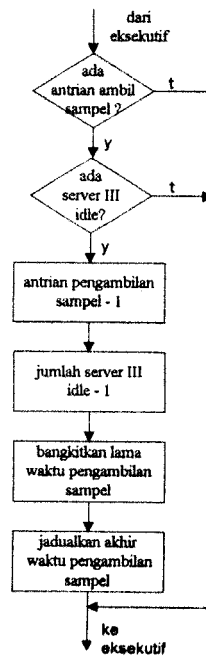
Gambar A. 9 Diagram alir akhir aftap



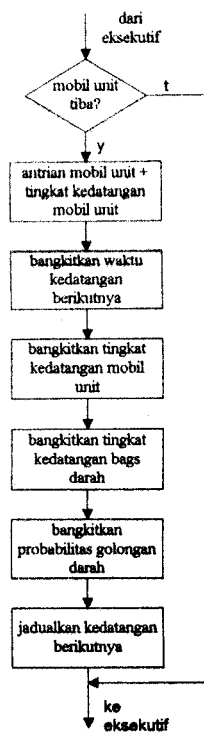
Gambar A.10 Diagram alir mulai aftap



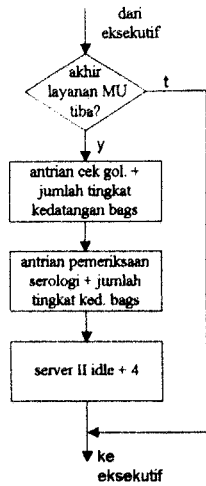
Gambar A.11 Diagram alir akhir pengambilan sampel



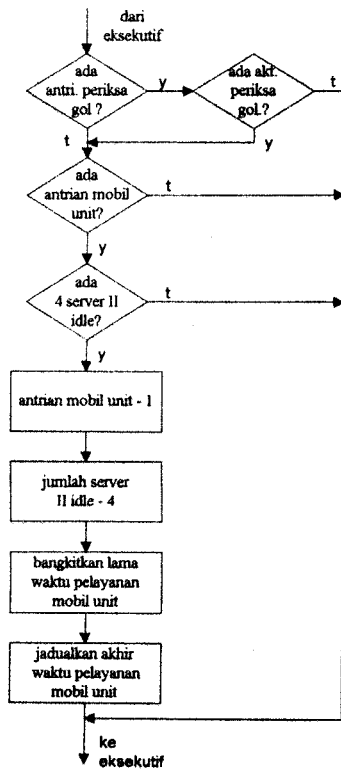
Gambar A.12 Diagram alir mulai pengambilan sampel



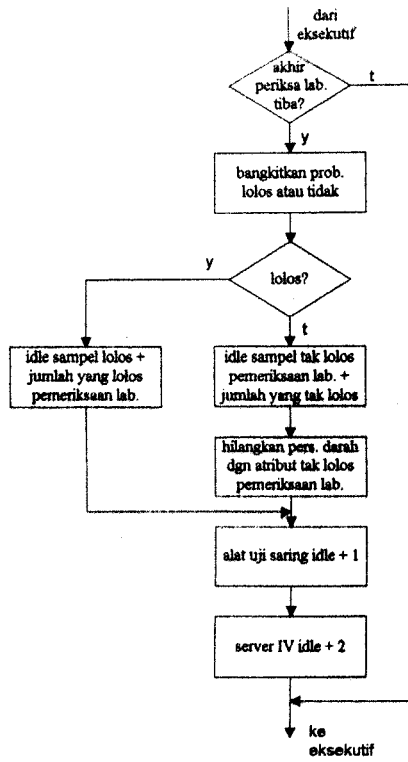
Gambar A.13 Diagram alir kedatangan mobil unit



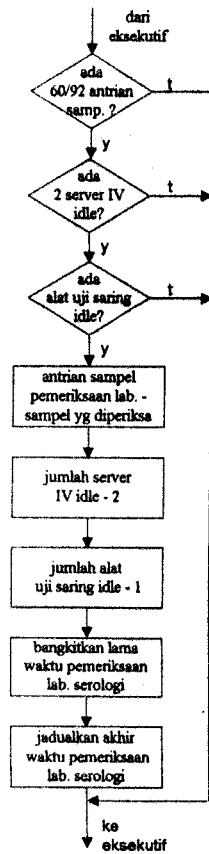
Gambar A.14 Diagram alir akhir pelayanan mobil unit



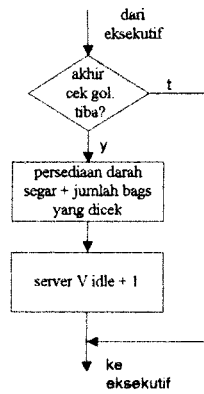
Gambar A.15 Diagram alir mulai pelayanan mobil unit



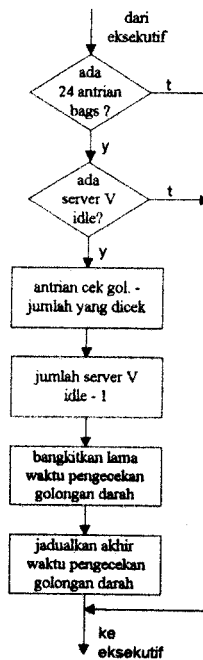
Gambar A.16 Diagram alir akhir pemeriksaan lab. serologi



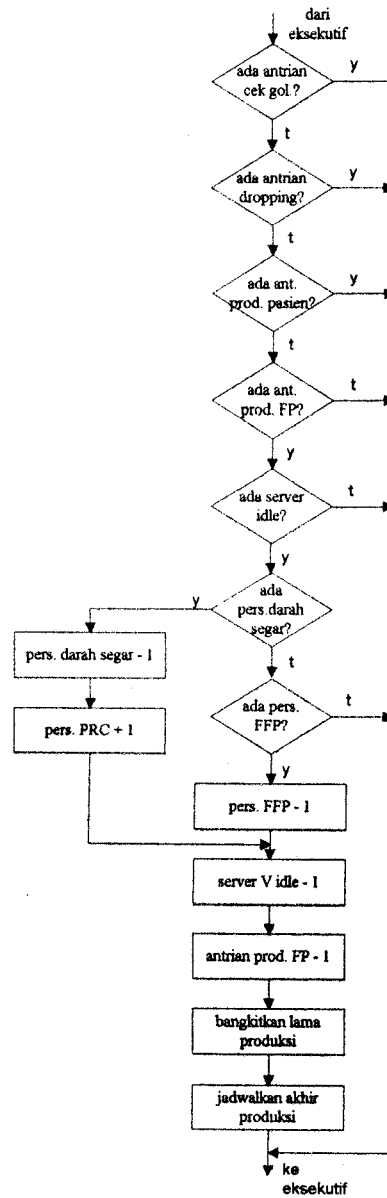
Gambar A.17 Diagram alir mulai pemeriksaan lab. serologi



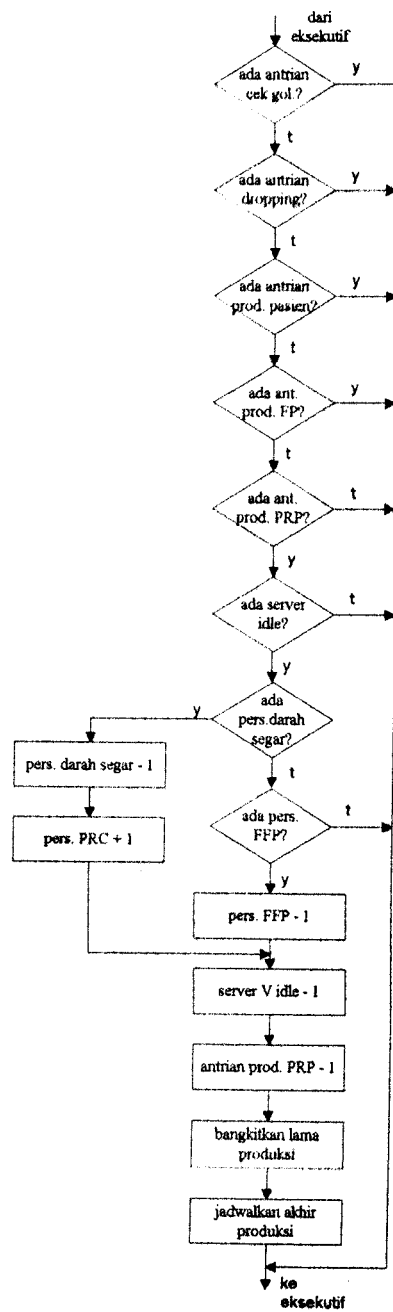
Gambar A.18 Diagram alir akhir pengecekan golongan darah



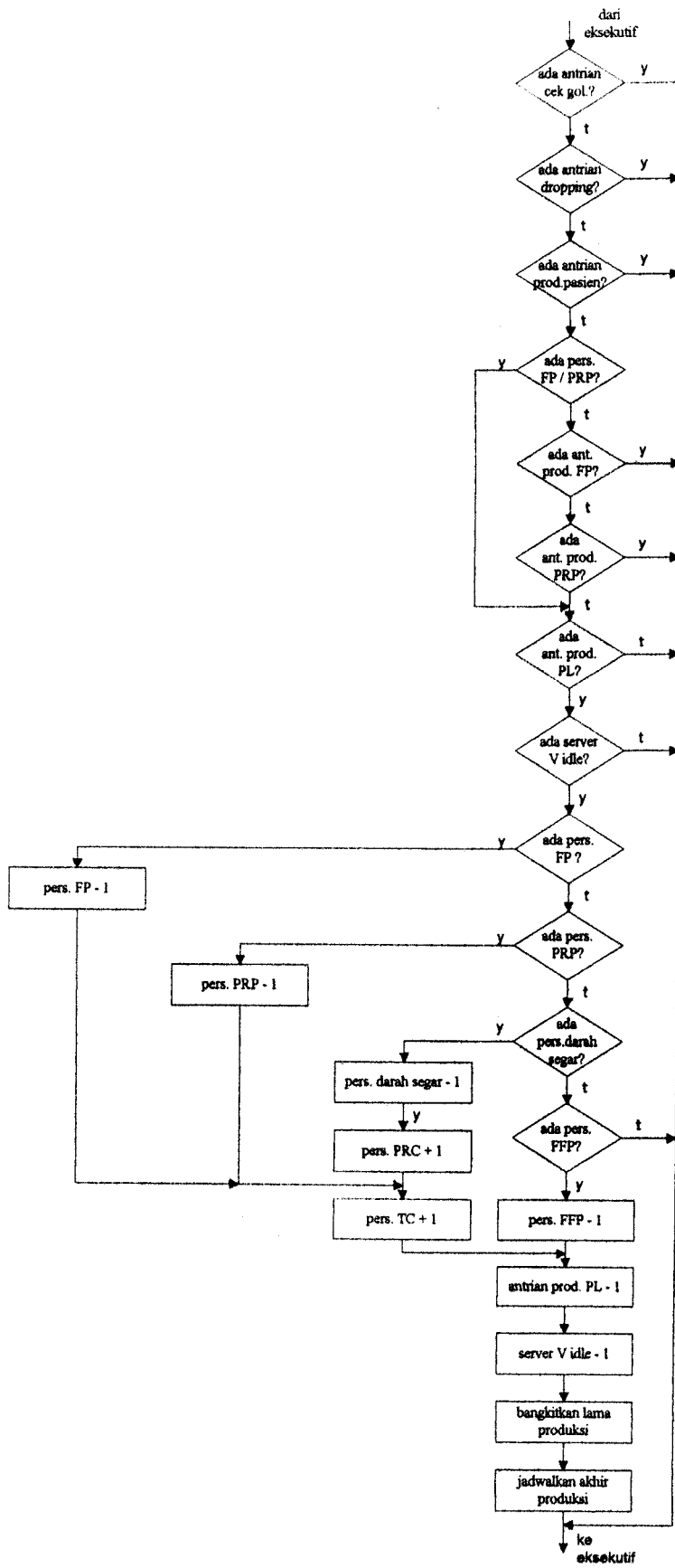
Gambar A.19 Diagram alir mulai pengecekan golongan darah



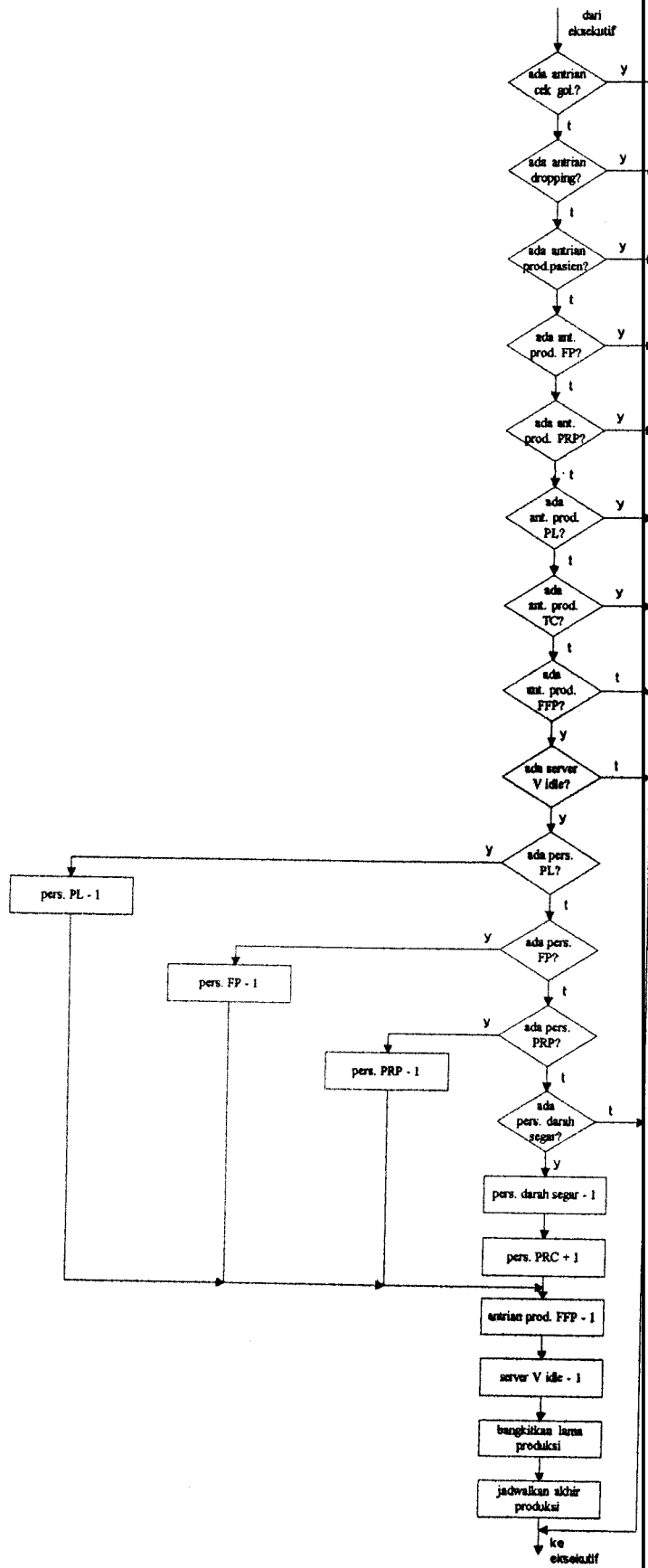
Gambar A.20 Diagram alir mulai produksi Fresh Plasma (FP)



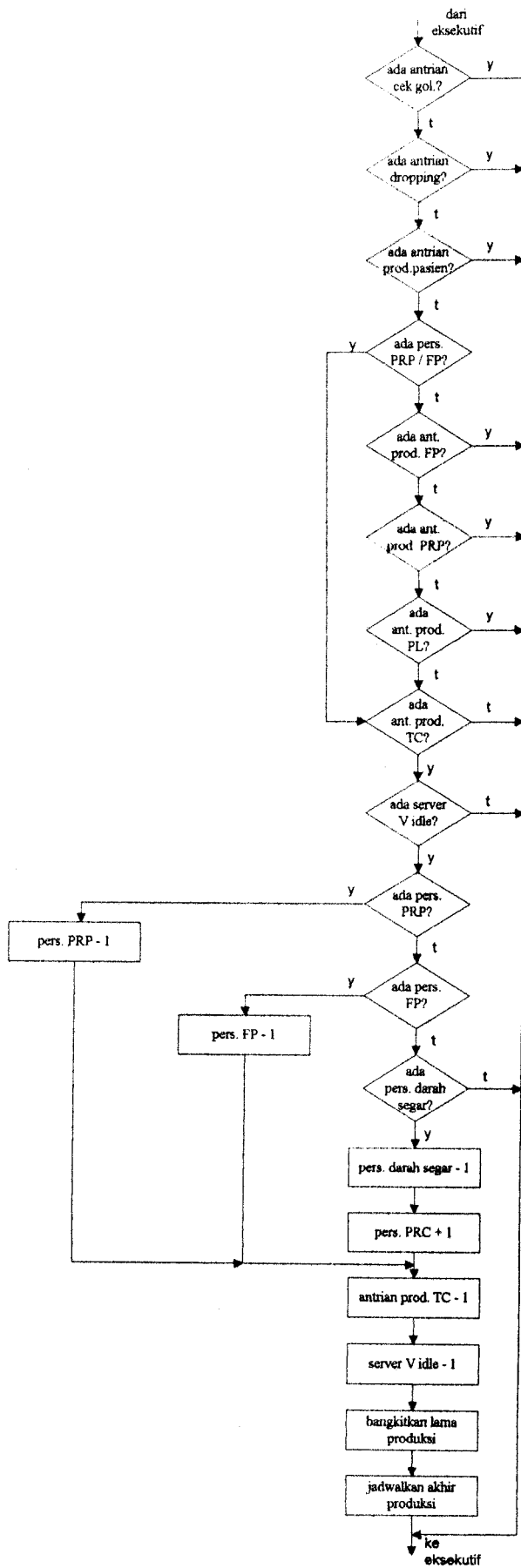
Gambar A.21 Diagram alir mulai produksi Pletelite Rich Plasma (FP)



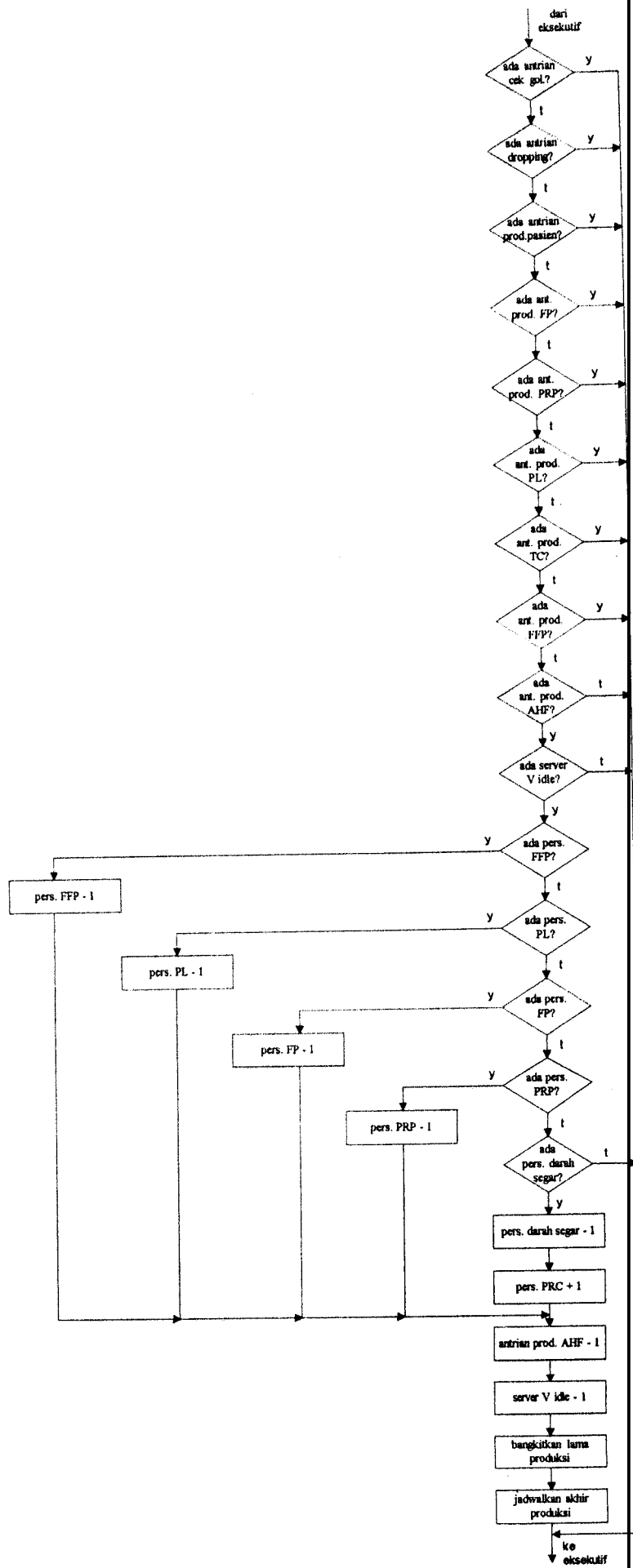
Gambar A.22 Diagram alir mulai produksi Plasma Liquid (PL)



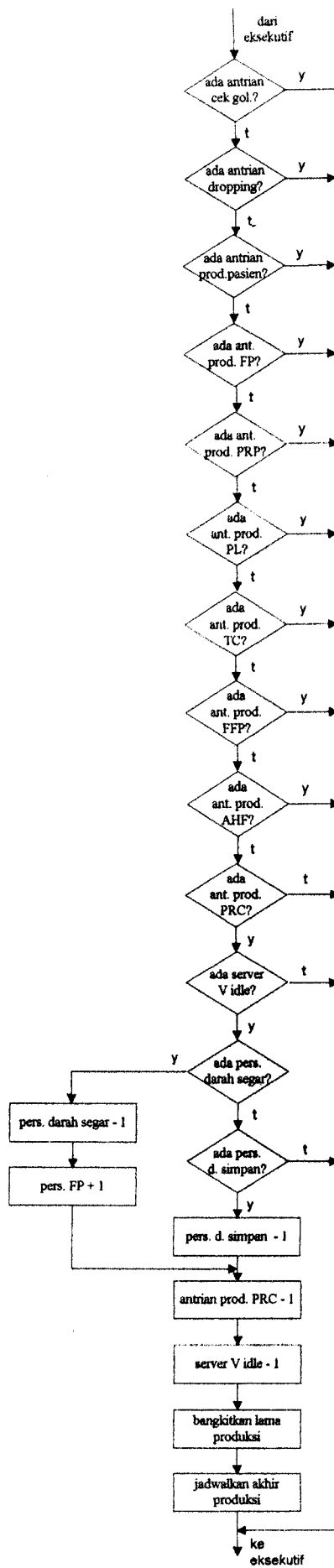
Gambar A.24 Diagram alir mulai produksi Fresh Frozen Plasma (FFP)



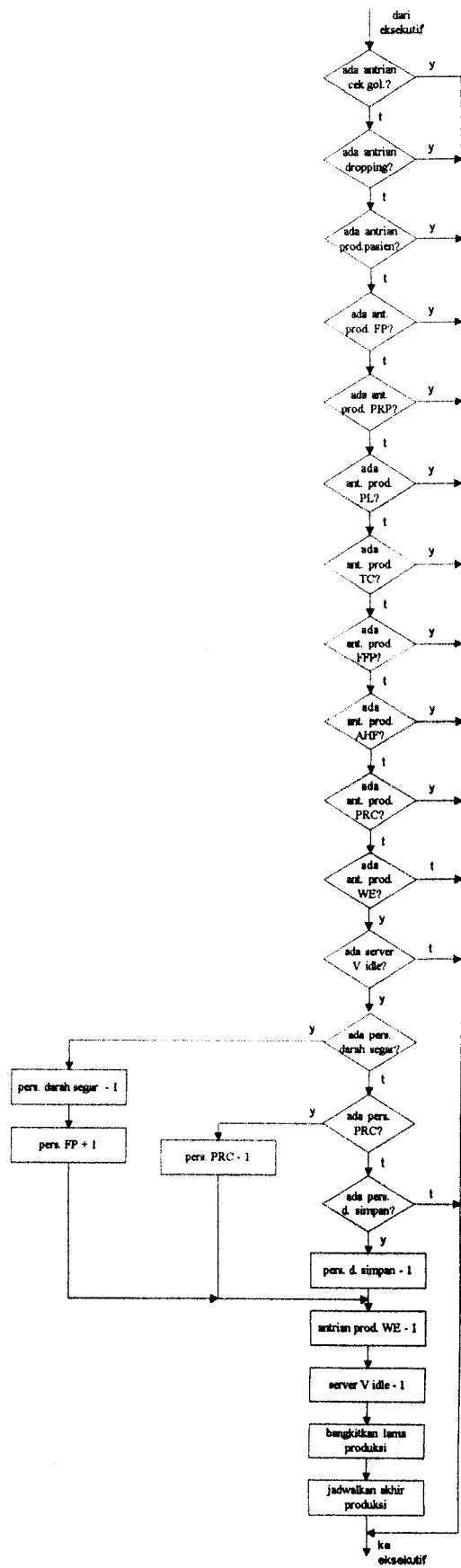
Gambar A.23 Diagram alir mulai produksi Thrombocyte Concentrate (TC)



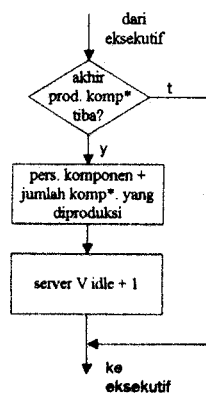
Gambar A.25 Diagram alir mulai produksi Anti Haemophilic Factor (AHF)



Gambar A.26 Diagram alir mulai produksi Packed Red Cell (PRC)

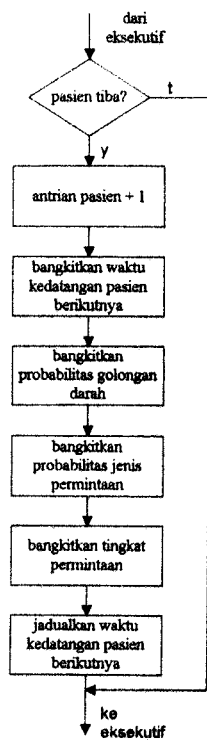


Gambar A.27 Diagram alir mulai produksi Washed Erythrocyte (WE)

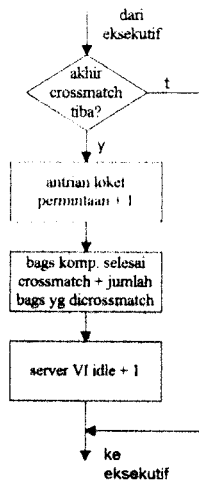


*) FP, PRP, PL, TC, FFP, AHF, PRC, WE

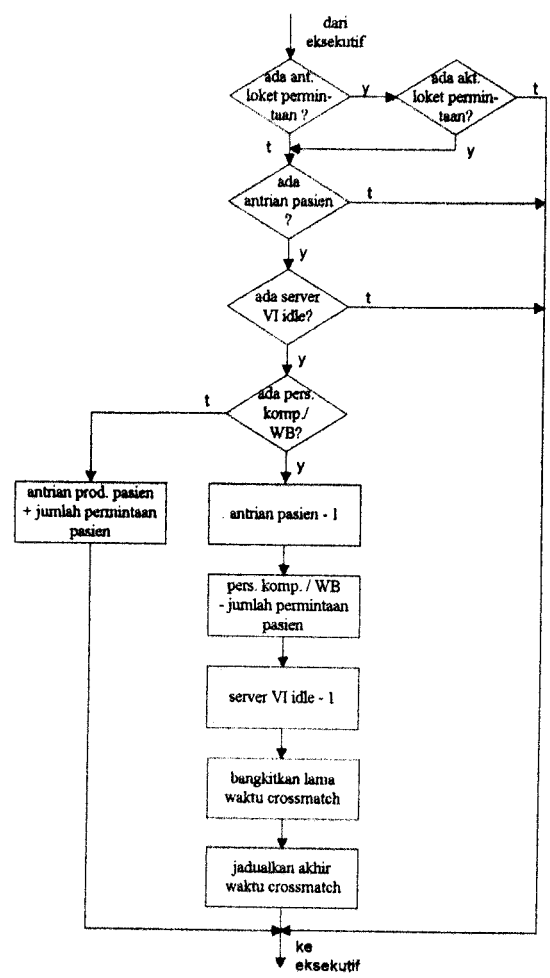
Gambar A.28 Diagram alir akhir produksi komponen



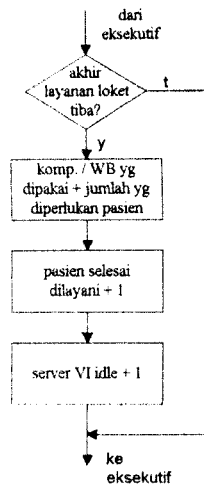
Gambar A.29 Diagram alir kedatangan pasien



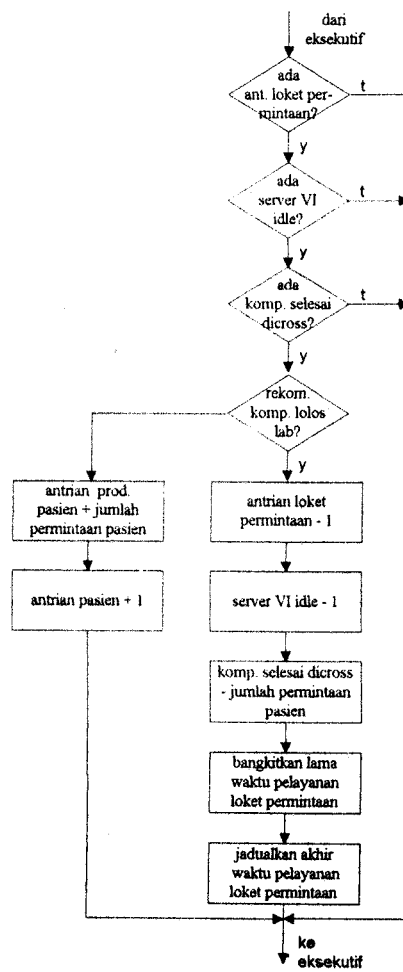
Gambar A.30 Diagram alir akhir waktu crossmatch



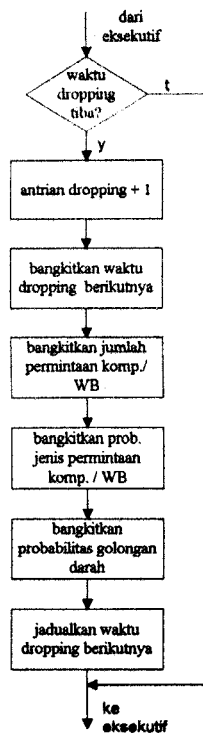
Gambar A.31 Diagram alir mulai crossmatch



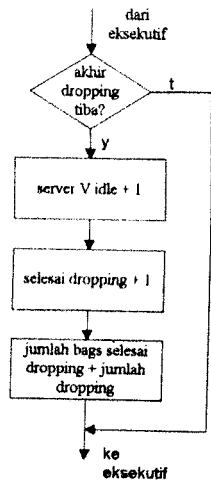
Gambar A.32 Diagram alir akhir pelayanan loket permintaan



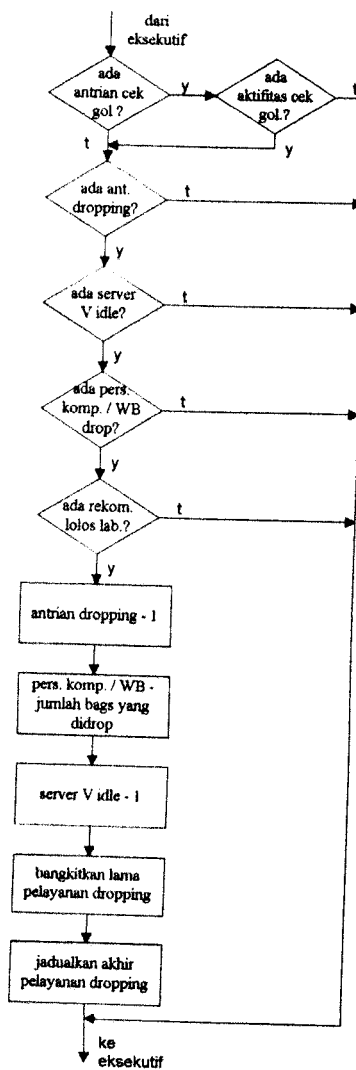
Gambar A.33 Diagram alir mulai pelayanan loket permintaan



Gambar A.34 Diagram alir kedatangan permintaan dropping



Gambar A.35 Diagram alir akhir dropping



Gambar A.36 Diagram alir mulai pelayanan dropping

Lampiran B.1

Data Waktu Antar Kedatangan Donor (dalam menit)

13.90	3.21	0.08	0.23	2.00	0.86	0.75	0.70	0.20
0.16	0.61	2.43	2.58	2.36	1.25	0.63	2.85	0.41
2.28	0.95	0.05	4.21	0.73	0.16	2.73	0.36	0.65
0.16	0.26	1.36	4.51	0.48	1.15	0.76	2.26	3.53
0.23	0.20	5.58	0.06	0.85	4.70	0.98	1.15	6.23
4.13	0.48	0.95	0.05	0.83	0.51	0.41	4.65	0.13
7.35	0.91	1.28	0.24	1.73	0.56	1.26	4.01	1.03
3.83	3.13	5.63	3.45	1.63	1.10	1.53	4.93	4.01
31.23	3.53	5.86	3.45	0.85	2.50	2.96	3.50	2.51
1.53	0.46	1.11	0.06	0.16	1.08	2.71	0.18	1.18
1.45	3.73	2.56	1.31	0.71	0.45	0.43	5.53	5.56
3.13	4.46	1.45	0.98	0.55	1.53	1.03	1.23	2.66
0.36	1.11	0.35	0.30	0.58	0.33	5.01	0.01	6.46
11.91	1.30	0.25	2.51	0.91	0.61	4.08	0.36	
0.28	0.70	0.65	1.43	3.65	1.04	2.25	0.36	
3.43	2.60	0.16	0.26	1.25	1.35	1.71	2.96	
1.43	1.56	0.16	1.00	3.35	1.48	1.18	3.45	
0.26	0.10	0.73	1.00	1.85	0.75	0.76	10.11	
1.01	0.15	1.66	1.00	3.60	0.58	0.28	13.53	
2.06	0.31	0.65	1.00	1.50	0.40	3.36	0.31	

Analisa Statistik Data

Rata-rata sampel	=	2.1169
Variansi sampel	=	10.0861
Simpangan baku sampel	=	3.1759
Koefisien variansi	=	1.5002
Jumlah pengamatan	=	173

Lampiran B.2

Data Waktu Antar Kedatangan Pasien (dalam menit)

4.86	6	2.72	1.17	5.67	6.96	37.04	3.15	9.03
26.57	2.22	45.52	23.91	8.16	5.89	25.57	5.85	109.82
5.08	2.96	34.43	22.91	28.33	13.81	1.87	26.97	105.22
20.05	69.35	24.12	20.35	10.13	71.43	15.27	11.91	270.44
12	20.8	11.37	35.19	24.44	17.19	4.81	3.96	
2.75	14.04	21.62	6.61	4.81	3.17	6.73	8.91	
2.04	19.97	41.72	48.85	0.55	55.16	26.9	24.93	
2.48	84.87	35.13	10.23	6.85	58.82	35.96	28.41	
11.67	1.66	8.56	0.01	6.13	0.22	0.23	0.93	
5.54	11.06	26.04	27.28	5.54	15.65	3	6.24	

Analisa Statistik Data

Rata-rata sampel	:	22.569
Variansi sampel	:	1246.613
Simpangan baku sampel	:	35.307
Koefisien variansi	:	1.564
Jumlah pengamatan	:	84

Lampiran B.3

Data Waktu Pemeriksaan Golongan Darah (dalam menit)

0.76	0.85	1.31	0.91	1.15	0.73	2.23
1.36	1.01	3.64	0.83	0.75	1.45	0.89
1.14	1.46	0.93	0.55	2.17	0.74	2.03
1.74	0.99	0.82	1.83	1.25	1.33	2.51
1.48	0.78	1.09	2.52	2.62	1.27	1.18
1.07	1.17	0.83	0.89	1.04	3.92	1.57
1.03	0.91	1.49	1.20	1.20	2.27	1.69
1.22	1.22	1.10	0.76	3.82	3.24	
0.83	1.27	1.48	2.21	0.96	1.49	
0.73	0.93	1.72	0.78	1.21	1.68	

Analisa Statistik Data

Rata-rata sampel	:	1.42134
Variansi sampel	:	0.55994
Simpangan baku sampel	:	0.74829
Koefisien variansi	:	0.52647
Jumlah pengamatan	:	67

Lampiran B.4

Data Waktu Pelayanan Loker Pendaftaran (dalam menit)

1.38	0.74	0.70	1.32	1.19	0.63	1.28	0.56	0.58
1.24	1.32	0.66	1.61	0.81	1.36	0.95	1.04	1.52
1.33	0.68	0.48	0.82	1.00	0.89	0.69	0.51	1.83
1.30	0.62	0.90	0.99	1.46	1.05	1.17	1.03	1.07
1.08	1.00	1.07	1.06	0.91	1.10	0.59	0.94	0.58
1.08	1.06	0.95	0.61	1.05	0.69	0.81	0.69	2.24
0.77	0.59	0.78	0.48	0.62	0.76	0.55	0.74	1.26
0.67	0.98	0.84	1.29	0.57	0.68	0.69	0.44	1.25
1.19	0.82	1.01	1.83	1.78	1.50	1.30	1.01	1.30
0.77	0.73	1.54	1.46	0.47	0.50	0.74	0.82	

Analisa Statistik Data

Rata-rata sampel	:	0.9770
Variansi sampel	:	0.1311
Simpangan baku sampel	:	0.3621
Koefisien variansi	:	0.3707
Jumlah pengamatan	:	89

Lampiran B.5

Data waktu Pemeriksaan Kesehatan Donor (dalam menit)

5.64	2.50	3.32	1.44	2.77	1.60	2.34	2.47	1.86
2.96	2.62	2.21	4.72	1.89	4.02	4.28	2.36	2.26
2.34	3.53	3.30	3.28	4.91	6.22	1.72	3.55	3.16
5.43	2.74	3.88	1.77	3.75	2.70	2.35	2.50	
1.59	2.00	4.25	2.07	5.19	6.48	3.45	3.52	
2.29	2.46	2.42	2.34	1.30	3.88	2.76	1.12	
2.32	4.07	1.69	2.31	2.20	2.03	5.16	1.76	
1.75	5.54	5.23	2.07	3.57	1.81	4.62	7.78	
2.69	4.75	1.68	2.98	2.24	3.97	1.53	1.80	
3.66	5.33	1.65	2.57	2.00	3.38	5.10	2.97	

Analisa Statistik Data

Rata-rata sampel	:	3.1051
Variansi sampel	:	1.8980
Simpangan baku sampel	:	1.3777
Koefisien variansi	:	0.4437
Jumlah pengamatan	:	83

Lampiran B.6

Data Waktu Penyadapan Darah (dalam menit)

2.97	3.82	4.80	5.70	5.98	8.90
4.02	3.43	1.92	6.52	5.25	5.73
4.30	4.55	3.08	6.30	4.45	4.93
3.88	4.77	3.97	3.72	5.58	
3.80	6.38	4.23	5.25	5.32	
4.48	2.78	3.58	4.42	5.13	
2.98	3.70	3.52	4.88	4.88	
5.63	3.15	3.32	4.35	4.90	
4.57	5.58	7.78	3.87	4.37	
5.18	6.33	3.58	4.67	5.47	

Analisa Statistik Data

Rata-rata sampel	:	4.6538
Variansi sampel	:	1.6001
Simpangan baku sampel	:	1.2649
Koefisien variansi	:	0.2718
Jumlah pengamatan	:	53

Lampiran B.7

Data Waktu Pengambilan Sampel Darah (dalam menit)

3.97	3.36	3.49	3.50	4.10	3.16	3.44
3.35	3.73	3.24	3.47	3.48	3.29	3.50
2.96	3.66	3.10	4.32	4.22	3.26	3.32
3.46	3.78	3.75	3.73	3.47	3.43	3.38
2.98	2.93	3.37	3.27	3.86	3.38	3.16
3.32	4.05	3.83	3.20	3.32	3.67	3.37
3.40	3.06	3.57	3.52	3.37	3.66	3.17
3.73	3.41	3.51	3.86	3.39	3.99	3.87
3.88	4.00	3.83	3.93	3.61	3.47	
3.48	3.30	3.17	3.30	3.63	3.55	

Analisa Statistik Data

Rata-rata sampel	:	3.5188
Variansi sampel	:	0.0927
Simpangan baku sampel	:	0.3045
Koefisien variansi	:	0.0865
Jumlah pengamatan	:	68

Lampiran B.8

Data Waktu Cek Golongan Darah (dalam menit)

9.12	7.68	9.12	9.84	11.28
10.56	10.08	8.64	8.64	10.08
10.08	10.32	8.40	8.88	8.88
8.40	10.80	9.84	10.32	9.60
9.84	8.88	11.52	8.64	7.44
10.32	9.12	9.12	8.64	7.68
9.60	9.12	10.80	7.68	7.44
10.80	9.60	9.84	10.80	8.88
7.68	7.92	8.16	10.56	9.36
7.92	9.36	10.32	9.84	10.08

Analisa Statistik Data

Rata-rata sampel	:	9.3504
Variansi sampel	:	1.1425
Simpangan baku sampel	:	1.0689
Koefisien variansi	:	0.1143
Jumlah pengamatan	:	50

Lampiran B.9

Data Waktu Crossmatch (dalam menit)

50.27	60.47	56.00	52.88	54.73
44.29	43.75	52.41	51.86	43.89
62.94	52.46	45.08	40.16	48.88
46.27	40.88	56.15	62.68	
47.57	53.70	45.60	49.87	
54.91	48.55	43.43	48.77	
58.99	51.95	53.81	52.19	
49.31	53.25	42.40	61.45	
44.13	49.49	52.03	49.38	
52.32	59.43	63.07	51.28	

Analisa Statistik Data

Rata-rata sampel	:	51.2314
Variansi sampel	:	36.6782
Simpangan baku sampel	:	6.0563
Koefisien variansi	:	0.1182
Jumlah pengamatan	:	43

Lampiran B.10

Data Waktu Crossmatch Plasma (dalam menit)

13.70	11.74	13.76	12.88	13.15	12.59	12.47	12.57
13.29	13.27	12.76	13.65	13.35	12.58	13.39	11.74
12.22	13.54	13.79	12.95	13.54	11.58	12.42	12.13
12.42	11.16	12.33	12.95	14.41	12.38	13.66	12.22
11.76	13.19	13.98	11.59	12.38	12.38	13.35	13.67
12.56	13.17	12.24	12.30	13.31	11.58	13.98	14.57
12.37	12.46	13.53	12.52	12.75	11.96	12.38	13.06
10.84	33.38	12.81	13.74	13.20	12.37	12.48	13.97
13.85	12.73	13.58	13.33	12.72	12.79	11.69	
12.41	13.92	12.30	12.74	11.82	13.02	13.24	

Analisa Statistik Data

Rata-rata sampel	:	13.0841
Variansi sampel	:	5.9989
Simpangan baku sampel	:	2.4493
Koefisien variansi	:	0.1872
Jumlah pengamatan	:	78

Lampiran B.11

Data Waktu Pelayanan Loker Permintaan (dalam menit)

1.62	0.86	0.70	3.49	1.33	1.61	0.91	1.67	2.68	1.46
0.78	0.51	1.49	0.96	2.04	1.19	0.97	0.81	0.71	1.12
1.42	1.81	1.92	2.19	2.75	0.96	2.44	0.51	1.60	4.50
2.05	1.47	4.32	3.38	2.95	1.00	2.02	2.16	1.23	2.62
1.94	1.98	0.93	1.01	1.09	1.24	2.24	0.84	2.38	
1.01	1.00	1.61	1.64	2.45	0.89	1.22	2.12	2.31	
2.49	2.77	1.24	1.06	1.65	1.55	1.42	0.58	1.23	
0.60	0.99	1.29	2.72	0.86	0.60	1.15	1.93	0.86	
0.48	1.49	0.69	2.49	0.68	1.32	1.28	0.85	2.88	
2.45	1.27	1.14	1.29	1.00	2.04	1.31	1.69	0.98	

Analisa Statistik Data

Rata-rata sampel	:	1.5790
Variansi sampel	:	0.6626
Simpangan baku sampel	:	0.8140
Koefisien variansi	:	0.5155
Jumlah pengamatan	:	94

Lampiran B.12

Data Tingkat Kedatangan Donor

1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	4	1
1	1	1	1	1	1	1	1	2
1	1	1	1	1	1	2	1	1
1	1	1	1	1	1	1	2	1
1	1	1	1	1	1	1	1	2
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	2	1	1	1	1
1	1	5	2	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	3	2
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	2	1	1	
1	1	1	1	2	1	2	1	
1	1	1	1	1	1	1	1	
1	1	1	2	2	2	1	3	
1	1	1	1	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	1	2	1	

Analisa Statistik Data

Prob. tingkat kedatangan 1	:	0.8960
Prob. tingkat kedatangan 2	:	0.0809
Prob. tingkat kedatangan 3	:	0.0116
Prob. tingkat kedatangan 4	:	0.0058
Prob. tingkat kedatangan 5	:	0.0058
Jumlah pengamatan	:	173

Lampiran B.13

Data Jumlah Keberangkatan Tim Mobil Unit Per Hari

2	1	1	1	1	0	0	0
1	2	1	1	1	1	0	0
2	0	1	2	1	2	0	2
0	1	1	1	0	1	0	1
1	2	0	1	1	1	1	0
0	2	1	1	2	0	2	0
1	1	2	0	0	0	0	
1	2	1	1	1	0	0	
1	1	2	2	1	0	0	
2	1	1	2	0	0	0	

Analisa Statistik Data:

Prob. n(0) : 0.342105

Prob. n(1) : 0.447368

Prob. n(2) : 0.210526

Jumlah pengamatan. 76

Lampiran B.14

Data Jumlah Bags Setiap Kedatangan Mobil Unit

28	72	79	52	60	49	13
221	99	53	153	64	67	41
48	72	40	71	33	25	60
39	66	100	155	33	70	45
78	39	46	83	26	26	33
69	107	42	77	36	42	11
63	39	143	31	42	82	
105	61	126	27	83	39	
52	96	34	31	73	50	
53	55	26	82	41	35	

Analisa Statistik Data

Rata-rata sampel	=	62.00
Variansi sampel	=	1371.6
Simpangan baku sampel	=	37.04
Lexis rasio	=	22.123
Jumlah pengamatan	=	66

Lampiran B.15

Data Jumlah Permintaan Setiap Kedatangan Pasien (dalam bags)

2	4	1	2	3	2	3	4	1	2	4	2	2	3	8
1	1	2	2	2	2	2	4	3	2	2	1	1	2	3
2	2	2	2	2	2	2	4	2	3	2	2	1	2	2
1	2	4	2	1	4	2	2	3	2	1	3	1	2	3
1	3	4	8	2	2	2	2	2	2	1	3	4	2	2
2	2	2	2	2	3	2	2	2	4	3	2	3	4	1
2	2	2	2	1	4	1	4	4	3	4	1	3	4	2
4	2	2	2	2	2	4	2	3	4	2	1	2	3	2
1	6	2	2	2	2	2	1	2	2	5	4	4	3	3
2	3	4	1	2	2	4	1	2	2	2	3	2	2	2

Analisa Statistik Data

Rata-rata sampel	:	2.4333
Variansi sampel	:	1.3747
Simpangan baku sampel	:	1.1725
Lexis rasio	:	0.5650
Jumlah pengamatan	:	150

Lampiran B.16

Data Jumlah Permintaan Dropping RSUD dr. Soetomo (dalam bags)

56	100	75	128	3	40	4	80	73
55	81	23	90	23	50	39	116	3
68	110	77	60	8	44	55	60	110
91	94	95	55	100	24	75	85	84
92	31	157	46	127	37	111	18	115
65	81	92	62	58	78	43	84	85
85	50	108	53	65	107	91	93	95
55	79	65	41	3	50	46	106	
83	100	100	23	58	33	131	88	
81	80	120	44	52	4	130	70	

Analisa Statistik Data

Rata-rata sampel = 70.172

Variansi sampel = 1146.935

Simpangan baku sampel = 33.866

Lexis rasio = 16.345

Jumlah pengamatan = 87