

**LAPORAN PENELITIAN REGULER
YANG DIAJUKAN KE LEMBAGA PENELITIAN DAN
PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT**



Analisis dan Simulasi Antrian untuk Mengatasi Penumpukan *Working Process* pada Stasiun
Kerja Pemasangan *Hardware* PT. Costa UPVC

Diusulkan oleh:

Ketua Tim

Ahmad, S.T., M.T., IPM (10307001)

Anggota:

M. Agung S , S.T., M.T, Ph.D

Anggota Mahasiswa:

Aifa Raviva /545200031

Tharisyia Sanrio Putri./545190038

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TARUMANAGARA
JAKARTA
JANUARI 2024

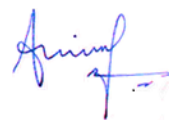
HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN PENELITIAN
Periode II / Tahun 2023

1. Judul : Analisis dan Simulasi Antrian untuk Mengatasi Penumpukan *Working Process* pada Stasiun Kerja Pemasangan *Hardware* di PT. Costa UPVC
2. Skema Penelitian : REGULER
3. Ketua Tim
 - a. Nama dan Gelar : Ahmad, ST., MT., IPM
 - b. NIDN/NIK : 0301117001/10307001
 - c. Jabatan/Gol : Dosen Tetap Univ. Tarumanagara
 - d. Program Studi : Teknik Industri
 - e. Fakultas : Teknik
 - f. Bidang Keahlian : Riset Operasi, Analisa Perancangan Perusahaan, Pemodelan & Simulasi Sistem
 - g. Alamat Kantor : Jln. S Parman No. 1 Jakarta Barat
 - h. Nomor HP/Tlp/Email : 081932323930/ahmad@ft.Untar.ac.id
4. Anggota Tim Penelitian
 - a. Jumlah Anggota : Dosen 1 orang
 - b. Nama Anggota I/Keahlian : M. Agung S, S.T., M.T, Ph.D /SCM
 - c. Jumlah Mahasiswa : 2 orang
 - Nama Mahasiswa I/NIM : Tharisyia Sanrio Putri./545190038
 - Nama Mahasiswa II/NIM : Aifa Raviva /545200031
5. Lokasi Kegiatan Penelitian : Bekasi
6. Luaran yang dihasilkan : Prosiding SNMI atau Jurnal Nasional
7. Jangka Waktu Pelaksanaan : Juli-Desember 2023
8. Biaya Total
 - a. Biaya yang disetujui LPPM : Rp. 13.000.000

Jakarta, Januari 2024

Menyetujui,
Ketua LPPM

Ketua Tim



Jap Tji Beng, PhD.
NIP: 0323085501 / 10381047

Ahmad, S.T.,M.T, IPM
NIDN/NIK: 0301117001/10307001

RINGKASAN

PT. Costa UPVC adalah sebuah perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi kusen dan daun pintu ataupun jendela yang terbuat dari bahan UPVC. Perusahaan ini dapat membuat berbagai macam jenis pintu dan jendela, mulai dari *swing door*, *double swing door*, *sliding door*, *fixed window*, *swing window*, *double swing window*, *top/bottom hung window*, dan *sliding window*. Proses-proses produksi pintu dan jendela ini terdiri dari proses pemotongan bahan baku, pembuatan lubang air, pembuatan lubang *handle* dan kunci, pemasangan besi penguat, pengeboran, pengelasan, proses penghalusan, pemasangan karet, pemasangan *hardware*, pemasangan kaca, dan kemudian disimpan digudang bahan jadi sebelum akhirnya dikirim dengan truk pengiriman. Dalam menjaga kualitas produknya, perusahaan sangat memperhatikan kinerja para pekerja pada bagian produksinya, terutama pada bagian pemasangan *hardware*. Proses pemasangan *hardware* dianggap sebagai proses yang paling penting dan sulit karena fungsi dan kualitas produk ditentukan pada proses ini.

Untuk dapat mengatasi permasalahan tersebut maka dilakukan sebuah analisa berdasarkan teori sistem antrian untuk mengetahui waktu mengantri, waktu pelayanan, dan utilitas operator, serta dengan bantuan simulasi software Promodel untuk melakukan simulasi tentang kondisi nyata yang ada.

Kata kunci: Pemasangan hardware, Penumpukan, antrian, Simulasi

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
Ringkasan.....	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR PUSTAKA	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Rumusan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
BAB 2 LANDASAN TEORI	3
2.1 Elemen Basis Model Antrian	6
2.1.1 Disiplin Antrian	7
2.1.2 Ukuran Antrian	7
2.2 Pola Distribusi Antrian.....	8
2.3 Notasi Model Antrian	8
2.4 Pengujian Distribusi.....	9
2.5 Model Struktur Antrian	10
2.6 Simulasi.....	12
2.6.1 Keuntungan Simulasi	13
2.6.2 Kerugian Simulasi	13
2.6.3 Langkah-langkah Simulasi	14
2.7 Analisis Antrian Berdasarkan <i>Promodel</i>	14
2.8 Pengujian <i>Chi Square</i>	15
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	16
3.1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian	16

3.2	Langkah-langkah Penelitian	17
BAB 4	PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	26
4.1	Profil Perusahaan	26
4.2	Pengumpulan Data.....	28
4.2.1	Data Jumlah Pembuatan Produk pada Bagian Produksi	28
4.2.2	Data Jumlah Mesin yang Digunakan	29
4.2.3	Data Jumlah Waktu yang Dibutuhkan Setiap Stasiun Kerja.....	29
4.2.4	Data Jumlah Kedatangan Produk pada Stasiun Kerja Pemasangan <i>Hardware</i>	30
4.2.5	Data Jumlah Produk yang Terlayani pada Stasiun Kerja Pemasangan <i>Hardware</i>	35
4.3	Uji Kecukupan Data.....	38
4.3.1	Uji Kecukupan Data Jumlah Kedatangan Produk pada Stasiun Kerja Pemasangan <i>Hardware</i>	38
4.3.2	Uji Kecukupan Data Jumlah Produk Terlayani pada Stasiun Kerja Pemasangan <i>Hardware</i>	42
4.4	Pengolahan Data	46
4.4.1	Pengujian Distribusi Data Jumlah Kedatangan Produk pada Stasiun Kerja Pemasangan <i>Hardware</i>	46
4.4.2	Pengujian Distribusi Data Jumlah Produk yang Terlayani Pada Stasiun Kerja Pemasangan <i>Hardware</i>	50
4.5	Simulasi.....	53
4.6	Uji Validitas Simulasi	55
5.1	Analisis Data	58
5.1.1	Analisis Optimalitas Stasiun Kerja Pemasangan <i>Hardware</i> Kondisi Sekarang.....	58
5.1.2	Analisis Penetapan Jumlah Operator Optimum	60
5.1.2.1	Analisis Optimalitas Alternatif 1	61
5.1.2.2	Analisis Optimalitas Alternatif 2	63
5.1.2.3	Analisis Optimalitas Alternatif 3	65
5.1.2.4	Analisis Optimalitas Alternatif 4	68

5.2	Usulan Kebijakan Penetapan Jumlah Operator Optimal.....	70
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN.....	72
6.1	Kesimpulan.....	72
6.2	Saran	72
Daftar Pustaka		
LAMPIRAN 1	.....	74
LAMPIRAN 2	.....	83
LAMPIRAN 3	.....	96
LAMPIRAN 4	.....	105
LAMPIRAN 5	.....	110
LAMPIRAN 6	.....	112
LAMPIRAN 7	.....	114
LAMPIRAN 8	.....	116
LAMPIRAN 9	.....	118
LAMPIRAN 10	.....	120
LAMPIRAN 11	.....	122

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>Antrian Single Channel Single Phase System</i>	11
Gambar 2.2	<i>Multi Channel Single Phase System</i>	11
Gambar 2.3	<i>Single Channel Multi Phase System</i>	12
Gambar 2.4	<i>Multi Channel Multi Phase System</i>	12
Gambar 3.1	<i>Flowchart Metodologi penelitian</i>	21
Gambar 4.1	Bahan Baku.....	27
Gambar 4.2	Hasil Produksi.....	27
Gambar 4.3	Pengujian Distribusi Jumlah Kedatangan Hari Senin	47
Gambar 4.4	Pengujian Distribusi Jumlah Kedatangan Hari Selasa	47
Gambar 4.5	Pengujian Distribusi Jumlah Kedatangan Hari Rabu	48
Gambar 4.6	Pengujian Distribusi Jumlah Kedatangan Hari Kamis	48
Gambar 4.7	Pengujian Distribusi Jumlah Kedatangan Hari Jumat.....	49
Gambar 4.8	Pengujian Distribusi Jumlah Produk Terlayani Hari Senin	50
Gambar 4.9	Pengujian Distribusi Jumlah Produk Terlayani Hari Selasa.....	51
Gambar 4.10	Pengujian Distribusi Jumlah Produk Terlayani Hari Rabu	51
Gambar 4.11	Pengujian Distribusi Jumlah Produk Terlayani Hari Kamis	52
Gambar 4.12	Pengujian Distribusi Jumlah Produk Terlayani Hari Jumat	52
Gambar 4.13	Proses Simulasi Kondisi Nyata	53
Gambar 4.14	Proses Simulasi Alternatif 1	61
Gambar 4.15	Proses Simulasi Alternatif 2	63
Gambar 4.16	Proses Simulasi Alternatif 3	66
Gambar 4.17	Proses Simulasi Alternatif 4	68

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Data Jumlah Pemesanan Produksi.....	28
Tabel 4.2	Jumlah Operator	29
Tabel 4.3	Rata-rata Waktu Produksi	30
Tabel 4.4	Jumlah Total Kedatangan Produk	31
Tabel 4.5	Jumlah Kedatangan Produk Pemasangan <i>Hardware</i> Hari Senin	31
Tabel 4.6	Jumlah Produk yang Terlayani.....	35
Tabel 4.7	Jumlah Produk Pemasangan <i>Hardware</i> yang Terlayani Hari Senin ..	35
Tabel 4.8	Tabel Rangkuman Jenis Distribusi Jumlah Kedatangan Produk	49
Tabel 4.9	Tabel Rangkuman Jenis Distribusi Jumlah Produk Terlayani	53
Tabel 4.10	Hasil Simulasi Kondisi Nyata	54
Tabel 4.11	Perbandingan nilai utilitas Observasi dan Simulasi	56
Tabel 4.12	Hasil Simulasi Alternatif 1.....	62
Tabel 4.13	Hasil Simulasi Alternatif 2.....	64
Tabel 4.14	Hasil Simulasi Alternatif 3.....	66
Tabel 4.15	Hasil Simulasi Alternatif 4.....	69
Tabel 4.16	Perbandingan Hasil Analisa Simulasi.....	70
Tabel 4.17	Perbandingan Biaya Pengambilan Keputusan	70

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini pertumbuhan dan perkembangan akan pembangunan semakin meluas, di mana hampir semua sudut-sudut kota telah dijadikan tempat atau lokasi berbagai macam pembangunan mulai dari perumahan, apartemen, perkantoran, dan masih banyak lainnya. Pembangunan-pembangunan tersebut memerlukan pintu sebagai tempat masuk dan keluarnya orang-orang dan juga jendela sebagai tempat pertukaran udara, selain itu pintu dan jendela yang menarik juga dapat memberikan keindahan tambahan bagi bangunan tersebut.

PT. Costa UPVC adalah sebuah perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi kusen dan daun pintu ataupun jendela yang terbuat dari bahan UPVC. PT. Costa UPVC dapat membuat berbagai macam jenis pintu dan jendela, mulai dari *swing door*, *double swing door*, *sliding door*, *fixed window*, *swing window*, *double swing window*, *top/bottom hung window*, dan *sliding window*.

Proses-proses produksi pintu dan jendela ini terdiri dari proses pemotongan bahan baku, pembuatan lubang air, pembuatan lubang *handle* dan kunci, pemasangan besi penguat, pengeboran, pengelasan, proses penghalusan, pemasangan karet, pemasangan *hardware*, pemasangan kaca, dan kemudian disimpan digudang bahan jadi sebelum akhirnya dikirim dengan truk pengiriman. Dalam menjaga kualitas produknya, PT. Costa UPVC sangat memperhatikan kinerja para pekerja pada bagian produksinya, terutama pada bagian pemasangan *hardware*. Proses pemasangan *hardware* dianggap sebagai proses yang paling penting dan sulit karena fungsi dan kualitas produk ditentukan pada proses ini.

Lama waktu proses pemasangan *hardware* ini menyebabkan waktu proses produksinya menjadi tidak seimbang. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah upaya untuk menyeimbangkan semua waktu proses produksinya. Salah satu upaya yang dilakukan adalah melakukan perubahan-perubahan dengan simulasi. Untuk menjawab masalah-masalah yang dihadapi, maka penelitian ini berjudul “ Analisis

dan Simulasi Antrian untuk Mengatasi Penumpukan *Working Process* pada Stasiun Kerja Pemasangan *Hardware* “ untuk membantu perusahaan dalam menentukan jumlah pekerja pada proses pemasangan *hardware* dengan menggunakan metode sistem antrian dan simulasi agar diketahui bagaimana penumpukan-penumpukan tersebut bisa dikurangi.

1.2 Identifikasi Masalah

Permasalahan utama yang sedang terjadi pada PT. Costa UPVC adalah terjadinya penumpukan kusen dan daun pintu ataupun jendela pada proses pemasangan *hardware*. Penumpukan pada proses tersebut disebabkan karena proses tersebut memerlukan waktu yang paling lama dibandingkan dengan proses yang lainnya. Selain itu, pada proses pemasangan *hardware* ini juga masih dikerjakan secara manual oleh pekerja tanpa menggunakan mesin pembantu otomatis. Sehingga diperlukan sebuah analisa yang akan membantu perusahaan dalam menentukan jumlah pekerja pada proses pemasangan *hardware* dengan menggunakan metode sistem antrian dan simulasi.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini antara lain:

1. Bagaimanakah cara untuk mengurangi penumpukan *working process* pada stasiun kerja pemasangan *hardware* ?.
2. Bagaimana meningkatkan kapasitas proses pemasangan *hardware* ?.
3. Bagaimana sistem yang seharusnya diterapkan oleh PT Costa UPVC untuk dapat menentukan jumlah operator ?.

1.4 Tujuan Penelitian

Permasalahan yang ingin diselesaikan dalam penelitian ini adalah:

1. Menyeimbangkan waktu proses produksi pabrik dengan waktu proses pemasangan *hardware*.
2. Meningkatkan kapasitas pada proses pemasangan *hardware*.

3. Menentukan dan merancang sistem yang paling untuk diterapkan oleh PT. Costa UPVC dalam menentukan jumlah operator pada proses pemasangan *hardware* bila dibandingkan dengan hasil penelitian.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penulisan ini antara lain:

1. Dapat menerapkan keilmuan Teknik Industri yang diperoleh di perkuliahan dalam praktek pada kondisi yang sebenarnya.
2. Dapat memberikan kontribusi yang positif terhadap organisasi tempat penelitian dilakukan.

1.6 Ruang Lingkup Penelitian

Berikut ini adalah ruang lingkup yang diberikan pada saat melakukan penelitian:

1. Penelitian dilakukan pada PT. Costa yang bergerak dalam bidang produksi kusen dan daun pintu ataupun jendela yang berbahan UPVC.
2. Pekerja atau operator memiliki kriteria dan kemampuan normal, tidak sedang mengalami kelelahan atau sakit yang mengurangi kinerja.
3. Data yang diperoleh berdasarkan pengamatan secara langsung pada bagian proses produksi mulai dari 30 September 2022 hingga 4 Oktober 2023.
4. Penelitian difokuskan pada proses pemasangan *hardware*

BAB 2 LANDASAN TEORI

Menunggu untuk kemudian mendapatkan pelayanan, seperti nasabah yang sedang menunggu pada loket bank, keadaan yang menunggu di lampu merah, produk yang menunggu untuk di-assembly, dan berbagai kejadian menunggu lainnya baik itu manusia maupun barang merupakan hal yang sering ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. Berbagai hal tersebut menjelaskan proses terjadinya antrian, di mana terdapat pihak yang harus menunggu untuk kemudian dilayani.

Kondisi menunggu juga dapat terjadi dari suatu urutan kegiatan operasional yang bersifat acak dalam suatu fasilitas pelayanan. Manusia atau barang yang datang pada suatu fasilitas pelayanan dengan waktu yang acak, tidak teratur, dan tidak segera dilayani harus menunggu untuk suatu periode waktu tertentu. Melalui bahasan teori antrian tersebut maka pengoperasian sarana pelayanan dapat diusahakan sedemikian rupa sehingga dapat mengurangi waktu menunggu.

Menurut Taha (1997, p176) terdapat beberapa karakteristik yang mengukur kinerja sistem antrian. Ukuran-ukuran kinerja tersebut adalah sebagai berikut:

1. Waktu menunggu pelanggan sebelum dilayani
2. Persentase waktu sarana pelayanan tidak dipergunakan atau menganggur.

Ukuran pertama memiliki sudut pandang sebagai pelanggan dan urutan yang kedua memberikan evaluasi derajat pemanfaatan dari sarana pelayanan. Hal ini juga berarti bahwa semakin lama pelanggan menunggu maka akan semakin kecil persentase waktu sarana tersebut tidak dipergunakan. Dengan demikian, ukuran-ukuran ini dipergunakan untuk mengoptimalkan kinerja dari suatu sistem pelayanan.

Teori antrian dipelopori oleh Agner Krarup Erlang, seorang insinyur teknik yang berasal dari Lonborg, Denmark. A.K. Erlang mengembangkan teori mengenai probabilitas dan pembicaraan lewat telepon, dan berhasil membuktikan bahwa distribusi *Poisson* dapat digunakan untuk komunikasi telepon secara acak.

2.1 Elemen Basis Model Antrian

Kakiay (2004,p2) menjelaskan bahwa faktor penting dalam sistem antrian adalah pelanggan dan operator, dimana terdapat periode waktu tertentu untuk pelanggan dilayani. Pelanggan akan segera dilayani bila datang tepat pada waktu diantara waktu tunggu dengan waktu pelayanan berikutnya.

Kedatangan pelanggan dan waktu pelayanan dinyatakan dalam bentuk distribusi probabilitas, yang berupa distribusi kedatangan dan distribusi waktu pelayanan. Distribusi ini menerangkan keadaan dimana pelanggan datang dan dilayani secara individual. Selain itu, terdapat pula keadaan lain dimana pelanggan datang dan dilayani secara berkelompok (*bulk queue*). Menurut Kakiay (2004,p6), pada kedatangan berkelompok terdapat jeda waktu antara kedatangan pelanggan yang satu dengan berikutnya, yang bila dicatat secara statistik berlaku bebas dan dapat juga stabil dengan interval waktu yang panjang dan sekaligus juga dapat menunjukkan tidak perlunya suatu kondisi yang khusus.

2.1.1 Disiplin Antrian

Disiplin antrian merupakan cara memilih pelanggan dari antrian untuk dilayani. Taha (1997,p177) mengemukakan beberapa peraturan pelayanan, yakni sebagai berikut :

1. *First Come First Serve* (FCFS)

FCFS merupakan peraturan pelayanan dimana pelanggan yang pertama datang yang pertama dilayani.

2. *Last Come First Serve* (LCFS)

LCFS merupakan peraturan pelayanan dimana pelanggan yang terakhir datang yang pertama kali dilayani.

3. *Service In Random Order* (SIRO)

SIRO merupakan peraturan pelayanan dimana pelanggan dilayani dalam urutan yang acak.

4. Prioritas Pelayanan

Prioritas pelayanan merupakan peraturan pelayanan dimana pelanggan yang memiliki prioritas yang lebih tinggi akan dilayani terlebih dahulu.

2.1.2 Ukuran Antrian

Dalam elemen dasar antrian terdapat ukuran antrian yang diijinkan, dimana pada situasi tertentu hanya sejumlah pelanggan tertentu yang diijinkan karena keterbatasan kapasitas tempat. Berikut dua ukuran antrian yang dapat digunakan untuk menentukan besarnya antrian :

1. Ukuran antrian tidak terbatas (*infinite queue*)
2. Ukuran antrian terbatas (*finite queue*)

2.2 Pola Distribusi Antrian

Pada sistem antrian diperlukan adanya suatu pola kedatangan dan pola pelayanan yang dinyatakan dalam distribusi probabilitas tertentu. Salah satu dari distribusi probabilitas yang umumnya digunakan adalah distribusi Poisson (Kakiay, 2004, p7). Distribusi Poisson memiliki sifat dimana proses yang terjadi sepenuhnya acak (*completely random process*), karena kejadian yang tersisa sampai pemunculan kejadian berikutnya sepenuhnya tidak bergantung pada kejadian yang muncul terakhir. Berikut fungsi probabilitas dari distribusi Poisson:

$$P(x) = \frac{a^x}{x!} e^{-a}$$

dimana a merupakan rata-rata kedatangan jumlah pelanggan atau rata-rata jumlah pelanggan yang terlayani per satuan waktu.

2.3 Notasi Model Antrian

Untuk meringkaskan karakteristik utama dari sistem antrian dibentuk suatu notasi. Notasi baku menurut Taha (1997,p185) mengikuti format berikut ini:

$$(a/b/c) : (d/e/f)$$

Berikut ini keterangan dari setiap simbol notasi baku di atas :

1. a, menyatakan distribusi kedatangan.
2. b, menyatakan distribusi waktu pelayanan.
3. c, menyatakan jumlah operator paralel.
4. d, menyatakan peraturan pelayanan.
5. e, menyatakan jumlah maksimum yang diizinkan dalam sistem (dalam

antrian dan dalam pelayanan)

6. f , menyatakan ukuran sumber pemanggilan

Simbol a dan b sebagai distribusi kedatangan dan waktu pelayanan dan notasi baku tersebut dapat digantikan dengan kode berikut ini:

1. M , merupakan distribusi kedatangan atau keberangkatan *Poisson* (Markov, atau distribusi antar kedatangan, atau waktu pelayanan eksponensial yang setara).
2. D , merupakan waktu antar kedatangan atau waktu pelayanan yang konstan atau deterministik.
3. E_k , merupakan distribusi Erlangian atau gamma dari distribusi antar kedatangan atau waktu pelayanan dengan parameter k .
4. GI , merupakan distribusi *independent* umum dari kedatangan (waktu antar kedatangan)
5. G , merupakan distribusi umum dari kedatangan (waktu pelayanan).

2.4 Pengujian Distribusi

Pengujian distribusi dilakukan sebagai pembuktian untuk data jumlah kedatangan pelanggan dan jumlah pelanggan yang terlayani mengikuti pola distribusi tertentu. Pengujian distribusi ini dilakukan untuk mengetahui langkah yang harus dilakukan berikutnya.

Berikut ini adalah jenis-jenis distribusi yang mungkin terjadi:

1. Poisson
2. Eksponensial
3. Poisson
4. Normal
5. Lognormal
6. Binomial
7. Uniform

Untuk dapat melakukan suatu analisa waktu kedatangan, waktu pelayanan, waktu mengantri, dan utilitas operator, jenis distribusi waktu kedatangan sebaiknya mengikuti distribusi *Poisson* dan waktu pelayanan mengikuti distribusi

eksponensial. Apabila kedua distribusi tersebut tidak sesuai maka akan sulit untuk melakukan analisa perhitungan parameter-paramater antrian, sehingga harus dilakukan simulasi untuk mengetahui parameter-parameter yang ada pada sistem antrian.

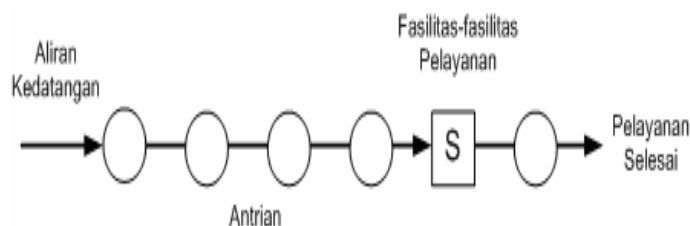
2.5 Model Struktur Antrian

Menurut Kakiay (2004,p13) terdapat empat model struktur antrian berdasarkan fasilitas pelayanan yang diuraikan sebagai berikut:

1. *Single Channel Single Phase System*

Pada model struktur antrian ini pelanggan yang dilayani akan datang, masuk dan membentuk antrian pada satu baris/aliran pelayanan dan selanjutnya akan berhadapan dengan satu fasilitas operasi pelayanan.

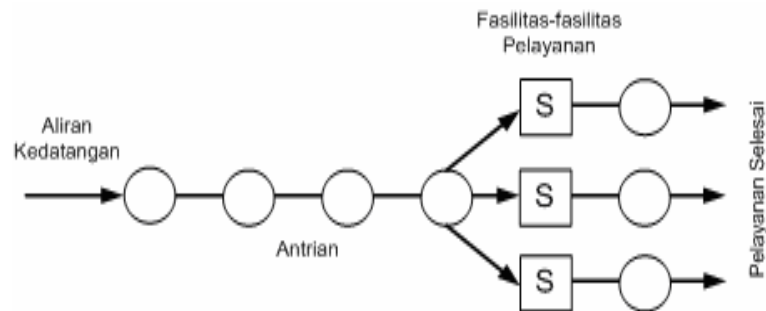
Gambar 2.1 menunjukkan struktur antrian *single channel single phase system*.



Gambar 2.1 Antrian *Single Channel Single Phase System*

2. *Multi Channel Single Phase System*

Pada model struktur antrian ini pelanggan yang dilayani akan datang, masuk dan membentuk antrian pada satu baris/aliran pelayanan dan selanjutnya akan berhadapan dengan beberapa fasilitas operasi pelayanan. Gambar 2.2 menunjukkan struktur antrian *multi channel singel phase system*.

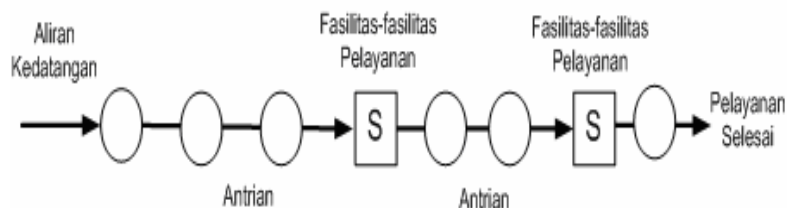


Gambar 2.2 *Multi Channel Single Phase System*

3. *Single Channel Multi Phase System*

Pada model struktur antrian ini pelanggan yang dilayani akan datang, masuk dan membentuk antrian pada beberapa baris/aliran pelayanan dan selanjutnya akan berhadapan dengan satu fasilitas operasi pelayanan hingga selesai.

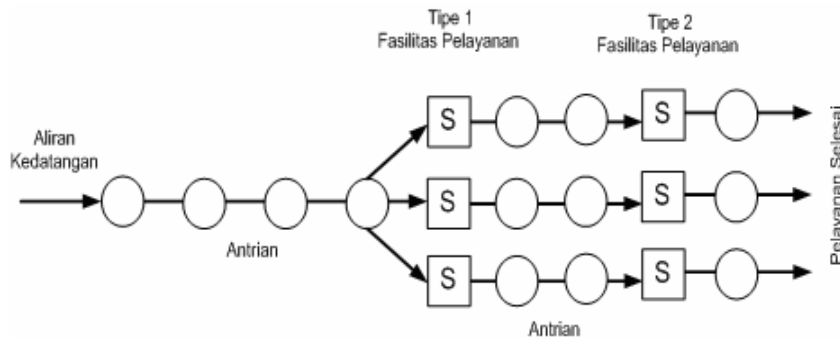
Gambar 2.3 menunjukkan struktur antrian *single channel multi phase system*.



Gambar 2.3 *Single Channel Multi Phase System*.

4. *Multi Channel Multi Phase System*

Pada model struktur antrian ini pelanggan yang akan dilayani akan masuk dalam sistem pelayanan yang dioperasikan oleh beberapa fasilitas pelayanan yang paralel terus menuju ke fasilitas pelayanan yang lain hingga selesai. Gambar 2.4 menunjukkan struktur antrian *multi channel multi phase system*.



Gambar 2.4 *Multi Channel Multi Phase System*.

2.6 Simulasi

Simulasi diartikan sebagai suatu sistem yang digunakan untuk memecahkan masalah atau menguraikan persoalan-persoalan dalam kehidupan nyata yang penuh dengan ketidakpastian dengan tidak atau menggunakan model atau metode tertentu dan lebih ditekankan pada pemakaian komputer untuk mendapatkan solusinya (Kakiay, 2003, p1).

2.6.1 Keuntungan Simulasi

Kakiay (2003, p3) menyatakan beberapa keuntungan yang dapat diperoleh dengan memanfaatkan simulasi, yakni sebagai berikut:

1. Menghemat waktu

Kemampuan di dalam menghemat waktu ini dapat dilihat dari pekerjaan yang bila dikerjakan dapat memakan waktu tahunan, tetapi dapat disimulasikan hanya dalam beberapa menit, bahkan pada beberapa kasus hanya dalam hitungan detik. Kemampuan ini dipakai oleh para peneliti untuk melakukan berbagai pekerjaan desain operasional yang juga memperhatikan bagian terkecil dari waktu untuk kemudian dibandingkan dengan yang terdapat pada sistem yang nyata berlaku.

2. Dapat memperluas waktu

Simulasi dapat digunakan untuk menunjukkan perubahan struktur dari suatu sistem nyata (*real system*) yang sebenarnya tidak dapat diteliti pada waktu yang seharusnya (*real time*). Dengan demikian, simulasi dapat membantu mengubah sistem nyata dengan memasukkan sedikit data.

3. Dapat mengendalikan sumber-sumber variasi

Kemampuan pengendalian dalam simulasi ini tampak apabila statistik digunakan untuk meninjau hubungan antara variabel bebas (*independent*) dengan variabel terkait (*dependent*) yang merupakan faktor-faktor yang akan dibentuk dalam percobaan. Dalam simulasi pengambilan data dan pengolahannya pada komputer, ada beberapa sumber yang dapat dihilangkan atau sengaja ditiadakan. Untuk memanfaatkan kemampuan ini, peneliti harus mengetahui dan mampu menguraikan sejumlah input dari sumber-sumber yang bervariasi yang dibutuhkan oleh simulasi tersebut.

4. Memperbaiki kesalahan perhitungan

Dalam prakteknya, pada suatu kegiatan ataupun percobaan dapat saja muncul kesalahan dalam mencatat hasil-hasilnya. Sebaliknya, dalam simulasi komputer jarang ditemukan kesalahan perhitungan terutama bila angka-angka diambil dari komputer secara teratur dan bebas. Komputer mempunyai kemampuan untuk melakukan penghitungan dengan akurat.

5. Dapat dihentikan dan dijalankan kembali

Simulasi komputer dapat dihentikan untuk kepentingan peninjauan ataupun pencatatan semua keadaan yang relevan tanpa berakibat buruk terhadap program simulasi tersebut. Dalam dunia nyata, percobaan tidak dapat dihentikan begitu saja, namun dalam simulasi komputer, setelah dilakukan penghentian maka kemudian dapat dengan cepat dijalankan kembali.

6. Mudah diperbanyak

Dengan simulasi komputer, percobaan dapat dilakukan setiap saat dan dapat diulang-ulang. Pengulangan dilakukan terutama untuk mengubah berbagai komponen dan variabelnya, seperti perubahan pada parameter, perubahan kondisi operasi, atau perubahan jumlah *output*.

2.6.2 Kerugian Simulasi

Kakiay (2003, p4) juga menyatakan bahwa simulasi juga memiliki beberapa kerugian, yakni sebagai berikut:

1. Model simulasi yang baik mungkin akan sangat mahal. Biasanya merupakan proses yang panjang dan rumit.

2. Simulasi tidak menghasilkan solusi optimal dari permasalahan seperti teknik analisa kuantitatif yang lain.
3. Harus dijalankan semua kondisi dan hambatan untuk mendapatkan solusi yang ingin diuji. Model simulasi tidak menghasilkan jawaban dengan sendirinya.
4. Tiap model simulasi adalah unik. Solusi dan kesimpulannya tidak dapat digunakan untuk permasalahan lain.

2.6.3 Langkah-langkah Simulasi

Dalam melakukan simulasi terdapat langkah-langkah yang perlu dilakukan:

1. Pendefinitian sistem
Menentukan batasan sistem dan identifikasi variabel yang signifikan.
2. Formulasi model
Merumuskan hubungan antar komponen model.
3. Pengambilan data
Identifikasi data yang diperlukan model yang sesuai dengan tujuan pembuatannya.
4. Pembuatan model
Menyesuaikan penyusunan model dengan jenis bahasa simulasi yang digunakan.
5. Verifikasi model
Proses pengecekan terhadap model apakah sudah bebas dari kesalahan. Dalam tahap ini perlu disesuaikan dengan bahasa simulasi yang digunakan.
6. Validasi model
Proses pengujian terhadap model apakah sudah sesuai dengan sistem nyata.
7. Skenariosasi
Penyusunan skenario terhadap model. Setelah model dianggap valid, maka berikutnya adalah membuat beberapa skenario atau eksperimen untuk memperbaiki kinerja sistem sesuai dengan keinginan.

8. Interpretasi model

Proses penarikan kesimpulan dari hasil output model simulasi.

9. Implementasi

Penerapan model pada sistem nyata.

2.7 Analisis Antrian Berdasarkan Promodel

Software Promodel merupakan suatu program komputer yang dapat digunakan untuk simulasi dan menganalisa sistem produksi dari semua tipe dan ukuran.

Promodel memberikan kemudahan untuk menguji ide-ide baru untuk mendesain sistem sebagai sarana untuk perbaikan sistem yang sudah ada ataupun pembuatan sistem baru, yaitu dengan cara:

1. Membuat model dari suatu sistem.
2. Melakukan eksperimen terhadap model tersebut.
3. Menganalisis hasil eksperimentasi yang telah dilakukan sehingga dapat diambil keputusan – keputusan untuk memperbaiki system.

Konsep eksperimentasi yang dikenal sebagai simulasi semakin sering dipakai pada masa sekarang. Hal ini mengingat karakteistik dari pendekatan simulasi itu sendiri yang cocok untuk diterapkan pada system kompleks yang bersifat sangat acak tetapi terdapat saling ketergantungan diantara komponen-komponen penyusunnya.

ProModel adalah suatu software yang khusus didesain untuk mensimulasikan masalah-masalah yang ada pada indistri manufaktur dimana barang-barang yang diproses adalah barang-barang yang terhitung. Keunggulan utama dari software ini adalah memiliki kemampuan animasi sehingga kita dapat melihat keadaan nyata pada layar computer tetapi tidak ada angka diperlihatkan. Sebagai suatu software simulasi, Promodel dapat membantu mengetahui keadaan system dimasa yang akan datang dalam waktu yang lebih singkat dengan melihat segala kemungkinan yang ada. Hasil akan diperoleh dari hasil statistik tersebut akan dapat membantu pihak pengambil keputusan dalam mengidentifikasi sumber-

sumber masalah dalam system sebenarnya serta mengambil keputusan dengan menganalisa angka-angka yang telah disajikan.

Masalah-masalah yang sering timbul pada industri manufaktur dapat dengan mudah diselesaikan dengan software ini. Contoh permasalahan yang sering terjadi antara lain: *Reengineering Process, Time Cycle Reduction, Equipment Justification, Factory Layout, Capacity Analysis, Total Quality Management, Material Handling System* dan *Maintenance Planning*.

Agar dapat membuat dan melakukan simulasi suatu model dengan menggunakan software ProModel, dibutuhkan minimum 4 komponen yaitu : Locations, Entities, Processing dan Arrivals.

Simulasi tidak akan dapat berjalan bila salah satu dari 4 komponen tersebut di atas tidak ada. Untuk model-model yang lebih kompleks nantinya akan dibutuhkan komponen-komponen lain seperti : variable, Resource dan Path Network, Attribute dan Shift.

2.8 Pengujian *Chi Square*

Chi Square (X^2) hanya digunakan untuk data diskrit. Pengujian *Chi Square* (X^2) adalah pengujian variabel yang independent, dimana suatu variabel tidak dipengaruhi atau tidak ada hubungan dengan variabel lain. Kegunaan metode *Chi Square* (X^2) ini ditujukan untuk menguji apakah ada perbedaan yang cukup berarti (signifikan) antara jumlah pengamatan suatu objek atau respon tertentu pada setiap klasifikasi terhadap nilai harapan (expected value) yang berdasarkan hipotesa nolnya. (Djarwanto, 2003).

Untuk menerapkan test *Chi Square* (X^2) pertama-tama susun frekuensi-frekuensi itu ke dalam table $k \times r$. Hipotesa nolnya adalah k sampel frekuensi atau proporsi berasal dari populasi yang sama atau populasi-populasi yang identik. Adapun rumus *Chi Square* adalah sebagai berikut:

$$X^2 = \sum \frac{(Fo - Fe)^2}{Fe}$$

Keterangan:

Fo = jumlah observasi untuk kasus-kasus yang dikategorikan dalam baris ke-i dan kolom ke-j

F_e = jumlah/banyak kasus yang diharapkan di bawah H_0 untuk dikategorikan dalam baris ke-i dan kolom ke-j

Rumus derajat kebebasan (*degree of freedom*) *Chi Square*:

$$DF = (r-1) + (c-1)$$

Keterangan:

r = banyak baris

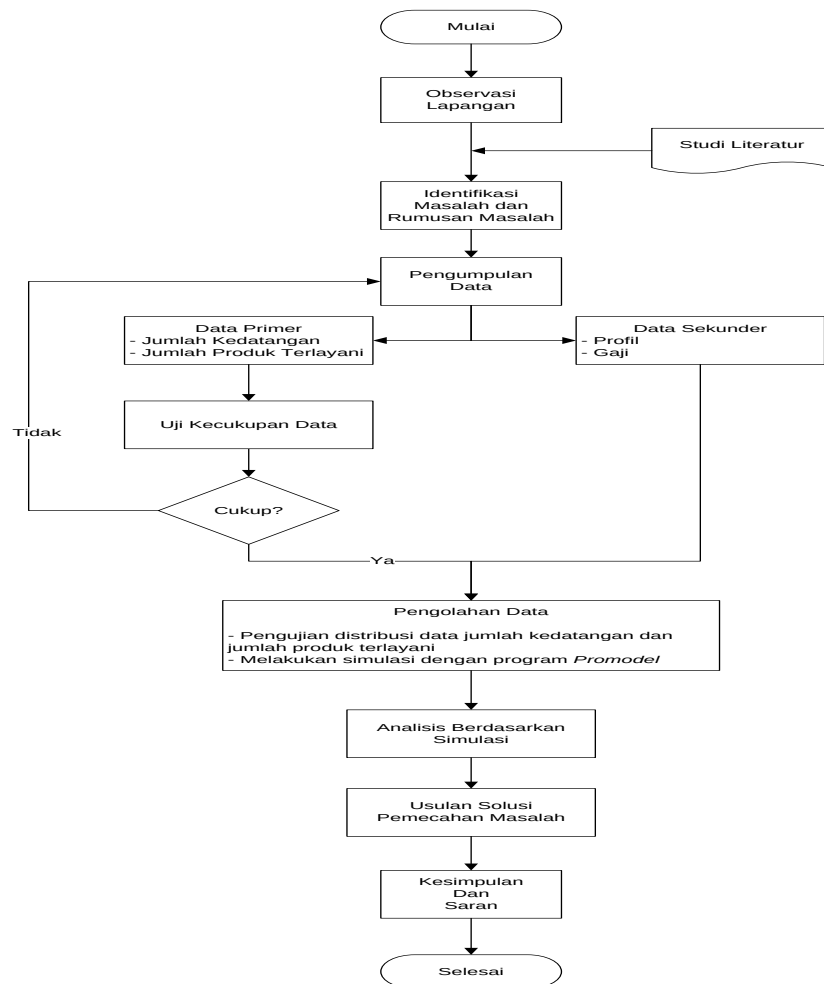
c = banyak kolom

Dengan demikian, kemungkinan yang berkaitan dengan terjadinya harga-harga yang sebesar harga X^2 observasi dapat diperoleh dalam tabel. Jika suatu harga observasi X^2 sama atau lebih besar dari X_{tabel} , maka H_0 ditolak pada tingkat signifikansi itu.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 *Flowchart Metodologi Penelitian*

Flowchart atau diagram alir merupakan diagram yang bertujuan untuk mengevaluasi langkah-langkah proses dalam situasi yang lebih jelas agar dapat memudahkan proses analisa dan pemecahan masalah. Penelitian sistem antrian pada stasiun kerja pemasangan *hardware* di PT. Costa UPVC dilakukan sesuai dengan langkah-langkah yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 *Flowchart* Metodologi penelitian

3.2 Langkah-langkah Penelitian

Berikut ini penjelasan singkat mengenai langkah-langkah penelitian dalam metodologi pemecahan masalah pada stasiun kerja pemasangan *hardware* di PT. Costa UPVC:

1. Observasi Lapangan

Observasi lapangan merupakan tahap awal dari penelitian dimana dilakukan kegiatan pengamatan langsung pada tempat dilakukannya penelitian, yaitu stasiun kerja pemasangan *hardware* pada lini produksi ketiga di PT. Costa UPVC. Observasi secara langsung mengenai aktivitas- aktivitas selama proses pemasangan *hardware* ini bertujuan untuk mengidentifikasi masalah yang ada pada saat dilakukannya penelitian.

2. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk menunjang penelitian pada objek pengamatan secara teoritis berdasarkan referensi dari literatur, laporan penelitian, dan internet yang terkait dengan topik yang diangkat untuk mendukung penggunaan teori pada bagian pengolahan data dan analisis.

3. Identifikasi Masalah dan Rumusan Masalah

Tahap selanjutnya dilakukan identifikasi terhadap masalah yang ada pada stasiun kerja pemasangan *hardware* lini produksi ketiga di PT. Costa UPVC. Pada stasiun kerja ini diamati hal-hal yang terjadi yang menyebabkan masalah selama proses pemasangan *hardware*. Identifikasi terhadap masalah ini kemudian dirumuskan kedalam bentuk-bentuk pertanyaan sebagai suatu rumusan masalah.

4. Usulan Pemecahan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka diusulkan suatu solusi terhadap masalah yang ada yakni dengan menggunakan teori antrian untuk mengkaji ukuran kinerja, baik jumlah kedatangan dan jumlah produk yang terlayani pada stasiun kerja pemasangan *hardware* tersebut.

5. Pengumpulan Data

Tahap berikutnya adalah pengumpulan data yang dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam melakukan penelitian untuk memberikan suatu solusi terhadap masalah-masalah yang telah teridentifikasi. Adapun pengumpulan data dilakukan dengan observasi langsung untuk mendapatkan data jumlah kedatangan dan jumlah produk yang terlayani pada proses pemasangan *hardware*.

Pengumpulan data jumlah kedatangan diperoleh dengan menghitung setiap kedatangan produk sesuai dengan kenyataan di stasiun kerja tersebut. Jumlah kedatangan dihitung per periode satu hari selama waktu kerja produksi.

Pengumpulan data jumlah produk yang terlayani diperoleh dengan menghitung jumlah pintu/jendela yang terlayani oleh operator pada proses pemasangan *hardware*. Jumlah pintu/jendela yang terlayani dihitung per periode satu hari selama waktu kerja produksi.

Dalam pengumpulan data ini digunakan alat-alat bantu sebagai berikut:

- a. Tabel jumlah kedatangan dan jumlah produk terlayani, sebagai tempat dokumentasi data.
- b. Alat hitung manual, untuk menghitung jumlah kedatangan dan jumlah produk yang terlayani.
- c. Jam henti (*stopwatch*), untuk menghitung setiap periode waktu satu menit pada pengumpulan data.
- d. Alat tulis.

6. Pengolahan Data

Tahap pengolahan data dilakukan setelah semua data yang diperlukan telah terkumpul untuk kemudian dilakukan proses pengujian dan perhitungan pada data tersebut.

Pengujian distribusi data jumlah kedatangan dan jumlah produk terlayani bertujuan untuk memastikan bahwa data yang telah

dikumpulkan telah mengikuti pola distribusi tertentu sehingga dapat ditentukan suatu penyelesaian yang tepat untuk mengolah data tersebut. Penentuan rata-rata jumlah kedatangan dan rata-rata jumlah produk yang terlayani dilakukan berdasarkan perolehan data hasil simulasi. Keseluruhan jumlah kedatangan dibagi dengan total periode waktu untuk mendapatkan rata-rata jumlah kedatangan, dan keseluruhan jumlah produk yang terlayani dibagi dengan total periode waktu untuk mendapatkan rata-rata jumlah produk yang terlayani.

Tahap selanjutnya dari pengolahan data adalah penghitungan parameter-parameter antrian dengan program *Promodel*.

7. Analisis Penetapan Jumlah Operator Optimum

Penetapan jumlah operator optimum dilakukan setelah melakukan simulasi, dilakukan dengan membandingkan antara waktu menunggu produk dalam antrian dan jumlah *working process* dalam antrian dari masing-masing jumlah operator yang dianalisis pada program *Promodel*.

8. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis ditarik suatu kesimpulan terhadap masalah yang dibahas untuk menjawab tujuan dari penelitian yang telah ditetapkan. Selanjutnya diberikan beberapa saran terhadap masalah yang ditemukan sehingga diharapkan penelitian ini secara khusus dapat bermanfaat bagi perusahaan dan juga bagi mahasiswa pada umumnya.

BAB 4

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Produk Perusahaan

Gambar 4.1 adalah gambar dari bahan baku untuk pintu dan jendela yang akan digunakan oleh PT. Costa UPVC:



Gambar 4.1 Bahan Baku.

Gambar 4.2 adalah gambar dari pintu dan jendela yang telah diproduksi oleh PT. Costa UPVC:



Gambar 4.2 Hasil Produksi.

4.2 Pengumpulan Data

4.2.1 Data Jumlah Pembuatan Produk pada Bagian Produksi

Data jumlah pembuatan produk pada bagian produksi dikumpulkan dengan mencatat setiap jumlah pemesanan produk (*swing door*, *double swing door*, *sliding door*, *swing door+fixed window*, *fixed window*, *swing window*, *double swing window*, *top/bottom hung window*, *swing window+fixed window*, dan *sliding window*) untuk selanjutnya diproduksi berdasarkan stasiun-stasiun kerja yang ada, yaitu pemotongan, pembuatan lubang air, pembuatan lubang kunci/*handle*, pengeboran, pengelasan, *cleanning*, pemasangan karet, pemasangan *hardware*, dan

pemasangan kaca. Jumlah produksi yang dicatat adalah jumlah pemesanan produk yang diterima oleh bagian *marketing* yang kemudian akan diteruskan ke bagian produksi. Data produksi ini dikumpulkan mulai dari periode Januari 2012 hingga Desember 2012. Pada Tabel 4.1 ditampilkan data jumlah produksi yang dicatat mulai periode Januari 2012 hingga Desember 2012:

Tabel 4.1 Data Jumlah Pemesanan Produksi.

Hari/Tanggal	Jumlah Pemesanan (unit)							Total/Hari
	Fixed Window <i>w</i>	Swing		Swing+Fixed		Slide		
		Window <i>w</i>	Door <i>r</i>	Window <i>w</i>	Door <i>r</i>	Window <i>w</i>	Door <i>r</i>	
Januari 2012	72	354	312	176	628	204	211	1957
Februari 2012	86	300	348	328	408	208	151	1829
Maret 2012	101	402	333	445	512	102	115	2010
April 2012	55	254	135	389	326	188	260	1607
Mei 2012	69	213	107	518	344	176	184	1611
Juni 2012	84	202	218	206	389	180	216	1495
July 2012	114	339	290	421	384	215	52	1815
Agustus 2012	103	374	155	513	361	157	217	1880
September 2012	97	114	442	411	192	207	143	1606
Oktober 2012	44	294	224	177	349	219	156	1463
November 2012	51	206	448	665	403	122	155	2050
Desember 2012	32	143	210	222	253	124	94	1078
Total Jenis	908	3195	3222	4471	4549	2102	1954	20401

4.2.2 Data Jumlah Mesin yang Digunakan

Dalam kegiatan produksi sehari-hari, PT. Costa menggunakan mesin-mesin dan peralatan untuk membantu kelancaran pemenuhan pemesanan produksinya. Berdasarkan hasil pengamatan, PT. Costa menggunakan dua cara dalam melakukan proses produksi pada masing-masing stasiun kerja yaitu dengan mesin dan dengan cara manual. Data jumlah operator/pekerja yang bertugas untuk menempati masing-masing stasiun kerja dapat dilihat pada Tabel 4.2:

Tabel 4.2 Jumlah Operator.

Stasiun Kerja	Mesin	Manual
Pemotongan	1	-
Pembuatan Lubang Air	1	-
Pembuatan Lubang Kunci/Handle	1	-
Pengeboran	1	-
Pengelasan	1	-
Cleanning	1	3
Pemasangan Karet	-	1
Pemasangan Hardware		3
Pemasangan Kaca	-	2

4.2.3 Data Jumlah Waktu yang Dibutuhkan Setiap Stasiun Kerja

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan pada masing-masing stasiun kerja selama periode 30 September 2013 hingga 4 Oktober 2013, diperoleh jumlah waktu rata-rata yang dibutuhkan oleh masing-masing operator untuk menyelesaikan satu unit produknya.

Berikut ini adalah data jumlah waktu rata-rata yang dibutuhkan oleh masing-masing operator stasiun kerja untuk menyelesaikan satu unit produknya. Data ini didapat dari jumlah waktu rata-rata tiga puluh kali pengamatan. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.3:

Tabel 4.3 Rata-rata Waktu Produksi.

Stasiun Kerja	Waktu (detik)	
	Mesin	Manual
Pemotongan	124	-
Pembuatan Lubang Air	133	-
Pembuatan Lubang Kunci/Handle	66	-
Pengeboran	276	-
Pengelasan	155	-
Cleanning	91	667
Pemasangan Karet	-	193

Pemasangan Hardware		1084
Pemasangan Kaca	-	424

Berdasarkan Tabel 4.3, dapat diketahui bahwa terjadi penumpukan/*bottleneck* yang sangat banyak pada stasiun kerja pemasangan *hardware*.

Data pengamatan jumlah waktu yang dibutuhkan untuk masing-masing stasiun kerja dapat dilihat pada Lampiran 1.

4.2.4 Data Jumlah Kedatangan Produk pada Stasiun Kerja Pemasangan *Hardware*

Data jumlah kedatangan produk pada stasiun kerja pemasangan *hardware* dikumpulkan dengan mencatat setiap jumlah kedatangan yang terjadi untuk selanjutnya menjalani proses pemasangan *hardware*. Jumlah kedatangan yang dicatat adalah berdasarkan grup kedatangan, yang terdiri dari satu kusen dan daun jendela yang telah melewati urutan proses produksi pada stasiun kerja pemasangan karet sebelumnya. Pengumpulan data jumlah kedatangan produk dalam kurun waktu satu minggu kerja mulai dari Senin 30 September 2013 hingga Jumat 4 Oktober 2013.

Pada Tabel 4.4, dapat dilihat data jumlah kedatangan produk mulai dari Senin 30 September 2013 hingga Jumat 4 Oktober 2013:

Tabel 4.4 Jumlah Total Kedatangan Produk.

Hari/Tanggal	Jumlah Kedatangan (unit)
Senin 30 September	116
Selasa 1 Oktober	114
Rabu 2 Oktober	111
Kamis 3 Oktober	122
Jumat 4 Oktober	116
Rata-rata	116

Data jumlah kedatangan pada stasiun kerja pemasangan *hardware* tersebut dikumpulkan kemudian dicatat interval antara waktu kedatangan sebelum dan sesudahnya. Data jumlah kedatangan produk pada stasiun kerja pemasangan *hardware* hari Senin 30 September 2013 dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut ini:

Tabel 4.5 Jumlah Kedatangan Produk Pemasangan *Hardware* Hari Senin.

No	Waktu Datang	Waktu Interval Kedatangan (ΔT dalam detik)
1	8:01:25	200
2	8:05:44	205
3	8:09:03	190
4	8:13:22	211
5	8:17:18	189
6	8:21:58	215
7	8:26:02	208
8	8:31:10	220
9	8:36:57	194
10	8:40:51	175
11	8:45:07	200
12	8:49:12	202
13	8:53:19	180
14	8:57:27	182
15	9:01:59	206
16	9:06:04	224

Tabel Lanjutan Jumlah Kedatangan Produk Pemasangan *Hardware* Hari senin.

No	Waktu Datang	Waktu Interval Kedatangan (ΔT dalam detik)
17	9:10:09	174
18	9:14:15	182
19	9:18:27	180
20	9:22:33	170

21	9:26:49	197
22	9:30:51	192
23	9:34:48	201
24	9:38:50	199
25	9:43:01	171
26	9:47:02	183
27	9:52:10	216
28	9:55:55	188
29	10:00:03	226
30	10:04:08	190
31	10:08:11	187
32	10:14:06	205
33	10:19:14	200
34	10:24:22	210
35	10:29:10	216
36	10:34:04	198
37	10:40:15	204
38	10:46:20	199
39	10:52:33	171
40	10:57:13	183
41	11:02:09	216
42	11:07:26	188
43	11:13:34	226
44	11:18:02	190
45	11:25:25	187
46	11:32:28	205
47	11:35:19	200
48	11:39:55	210
49	13:10:44	216
50	13:15:01	198

Tabel Lanjutan Jumlah Kedatangan Produk Pemasangan *Hardware* Hari senin.

No	Waktu Datang	Waktu Interval Kedatangan (ΔT dalam detik)
51	13:19:16	204
52	13:23:28	171
53	13:27:20	183
54	13:30:58	216
55	13:34:54	188
56	13:39:07	226
57	13:44:12	190
58	13:48:25	187
59	13:52:19	205
60	13:57:46	200
61	14:02:01	210
62	14:05:56	216
63	14:10:03	198
64	14:14:17	204
65	14:18:33	171
66	14:22:12	183
67	14:26:20	216
68	14:30:28	188
69	14:34:31	226
70	14:38:00	190
71	14:42:07	187
72	14:45:59	205
73	14:48:02	200
74	14:51:05	210
75	14:54:01	216
76	14:57:10	198
77	15:00:15	204
78	15:03:22	180
79	15:06:15	184
80	15:09:02	172

81	15:12:19	180
82	15:15:24	179
83	15:19:00	200
84	15:22:04	180

Tabel Lanjutan Jumlah Kedatangan Produk Pemasangan *Hardware* Hari senin.

No	Waktu Datang	Waktu Interval Kedatangan (ΔT dalam detik)
85	15:25:10	182
86	15:28:33	189
87	15:30:55	170
88	15:33:29	177
89	15:36:46	181
90	15:39:40	172
91	15:42:58	186
92	15:46:09	193
93	15:49:10	178
94	15:52:22	194
95	15:56:10	199
96	15:59:20	185
97	16:03:01	200
98	16:06:41	201
99	16:09:31	170
100	16:12:54	205
101	16:14:22	166
102	16:17:02	168
103	16:19:45	160
104	16:22:56	180
105	16:26:04	181
106	16:29:10	174
107	16:32:06	179
108	16:35:13	187

109	16:38:04	171
110	16:41:28	210
111	16:44:33	185
112	16:47:51	198
113	16:51:01	186
114	16:53:42	204
115	16:56:10	178
116	16:59:36	206

Untuk dapat melihat data jumlah kedatangan produk pada hari Selasa sampai dengan hari Jumat terdapat pada Lampiran 2.

4.2.5 Data Jumlah Produk yang Terlayani pada Stasiun Kerja Pemasangan *Hardware*

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan pada bagian produksi perusahaan, diperoleh data jumlah produk yang terlayani selama periode 30 September 2013 hingga 4 Oktober 2013, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.6 berikut ini:

Tabel 4.6 Jumlah Produk yang Terlayani.

Hari/Tanggal	Jumlah Produk Telayani
Senin 30 September	72
Selasa 1 Oktober	79
Rabu 2 Oktober	74
Kamis 3 Oktober	81
Jumat 4 Oktober	76
Rata-rata	76

Data jumlah produk yang terlayani pada stasiun kerja pemasangan *hardware* hari Senin 30 September 2013 dapat dilihat pada Tabel 4.7 berikut ini:

Tabel 4.7 Jumlah Produk Pemasangan *Hardware* yang Terlayani Hari Senin.

No	Waktu			Operator	Waktu Interval Pelayanan (ΔT dalam detik)
	Datang	Mulai	Selesai		

1	8:01:25	8:01:51	8:20:03	A	1094
2	8:05:44	8:03:54	8:22:56	B	1152
3	8:09:03	8:06:13	8:26:18	C	1205
4	8:13:22	8:20:08	8:38:05	A	1075
5	8:17:18	8:23:00	8:40:11	B	1031
6	8:21:58	8:26:18	8:41:18	C	900
7	8:26:02	8:38:12	8:56:07	A	1075
8	8:31:10	8:40:20	8:58:21	B	1081
9	8:36:57	8:41:20	8:58:58	C	1058
10	8:40:51	8:56:12	9:15:51	A	1189

Tabel Lanjutan Jumlah Produk Pemasangan *Hardware* yang Terlayani Hari Senin.

No	Waktu			Operator	Waktu Interval Pelayanan (ΔT dalam detik)
	Datang	Mulai	Selesai		
11	8:45:07	8:58:21	9:16:11	B	1082
12	8:49:12	8:58:58	9:16:44	C	1102
13	8:53:19	9:16:11	9:32:33	A	994
14	8:57:27	9:16:18	9:33:05	B	1017
15	9:01:59	9:16:44	9:33:10	C	986
16	9:06:04	9:32:35	9:48:52	A	917
17	9:10:09	9:33:10	9:49:02	B	898
18	9:14:15	9:33:16	9:49:18	C	902
19	9:18:27	9:48:02	10:01:13	A	812
20	9:22:33	9:49:06	10:01:25	B	815
21	9:26:49	9:49:20	10:01:33	C	801
22	9:30:51	10:01:15	10:14:34	A	809
23	9:34:48	10:01:30	10:15:01	B	840
24	9:38:50	10:01:36	10:15:18	C	844
25	9:43:01	10:14:41	10:29:34	A	901
26	9:47:02	10:15:14	10:30:09	B	889
27	9:52:10	10:15:22	10:30:26	C	904
28	9:55:55	10:29:40	10:45:46	A	966
29	10:00:03	10:30:17	10:46:09	B	942

30	10:04:08	10:30:30	10:46:26	C	956
31	10:08:11	10:45:48	10:58:55	A	787
32	10:14:06	10:46:14	10:59:04	B	770
33	10:19:14	10:46:31	10:59:13	C	768
34	10:24:22	10:59:07	11:18:11	A	1154
35	10:29:10	10:59:12	11:18:35	B	1183
36	10:34:04	10:59:20	11:19:16	C	1196
37	10:40:15	11:18:16	11:38:22	A	1206
38	10:46:20	11:18:40	11:38:45	B	1205
39	10:52:33	11:19:21	11:38:36	C	1165
40	10:57:13	11:38:29	11:59:22	A	1253
41	11:02:09	11:38:54	11:59:56	B	1262
42	11:07:26	11:38:47	11:59:47	C	1260
43	11:13:34	13:04:10	13:24:24	A	1214
44	11:18:02	13:03:44	13:25:01	B	1307

Tabel Lanjutan Jumlah Produk Pemasangan *Hardware* yang Terlayani Hari Senin.

No	Waktu			Operator	Waktu Interval Pelayanan (ΔT dalam detik)
	Datang	Mulai	Selesai		
45	11:25:25	13:03:19	13:24:10	C	1251
46	11:32:28	13:24:33	13:45:13	A	1240
47	11:35:19	13:25:11	13:46:50	B	1309
48	11:39:55	13:24:14	13:45:59	C	1265
49	13:10:44	13:45:20	14:08:02	A	1342
50	13:15:01	13:47:00	14:09:13	B	1333
51	13:19:16	13:46:34	14:09:44	C	1390
52	13:23:28	14:08:10	14:30:13	A	1323
53	13:27:20	14:09:23	14:31:20	B	1317
54	13:30:58	14:09:51	14:31:44	C	1313
55	13:34:54	14:30:18	14:52:29	A	1331
56	13:39:07	14:31:24	14:52:33	B	1251
57	13:44:12	14:31:46	14:52:45	C	1259

58	13:48:25	14:52:41	15:11:12	A	1109
59	13:52:19	14:52:42	15:11:17	B	1115
60	13:57:46	14:52:46	15:11:10	C	1114
61	14:02:01	15:11:23	15:28:29	A	1086
62	14:05:56	15:11:30	15:28:41	B	1031
63	14:10:03	15:11:35	15:28:50	C	1035
64	14:14:17	15:29:02	15:55:18	A	976
65	14:18:33	15:29:09	15:58:51	B	1190
66	14:22:12	15:29:06	15:54:46	C	860
67	14:26:20	15:57:10	16:18:56	A	1306
68	14:30:28	15:59:02	16:19:23	B	1221
69	14:34:31	15:57:39	16:15:30	C	1071
70	14:38:00	16:19:02	16:38:48	A	1196
71	14:42:07	16:19:28	16:39:31	B	1203
72	14:45:59	16:16:10	16:36:20	C	1210

Untuk dapat melihat data jumlah produk yang terlayani pada hari Selasa sampai dengan hari Jumat terdapat pada Lampiran 3.

4.3 Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data digunakan untuk menentukan bahwa jumlah sampel data yang diambil telah cukup untuk proses inferensi atau pengolahan data pada proses selanjutnya. Dalam uji kecukupan data ini akan digunakan persamaan:

$$N' = \left(\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right)$$

dimana:

N' = jumlah pengamatan yang seharusnya dilakukan

k = tingkat kepercayaan dalam pengamatan ($k=2$, $1-\alpha=95\%$)

s = derajat ketelitian dalam pengamatan (5%)

N = jumlah pengamatan yang telah dilakukan

X_i = data pengamatan

Data pengamatan akan dianggap cukup apabila $N > N'$.

4.3.1 Uji Kecukupan Data Jumlah Kedatangan Produk pada Stasiun Kerja Pemasangan *Hardware*

Setelah data jumlah kedatangan produk dikumpulkan maka langkah selanjutnya adalah menguji apakah data yang telah dikumpulkan tersebut telah cukup untuk dapat diolah. Berikut ini adalah contoh perhitungan uji kecukupan data jumlah kedatangan pada hari Senin 30 September 2013:

$$N' = \left(\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right)^2$$

diketahui:

k = tingkat kepercayaan dalam pengamatan ($k=2$)

s = derajat ketelitian dalam pengamatan ($s=0.05$)

N = 116

$\sum X_i$ = 22461

$\sum X_i^2$ = 4376683

$(\sum X_i)^2$ = 504496521

$$N' = \left(\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{116 \times 4376683 - 504496521}}{22461} \right)^2$$

$$N' = 10.14463$$

Karena $N > N'$ maka data yang telah dikumpulkan dianggap cukup.

Berikut ini adalah contoh perhitungan uji kecukupan data jumlah kedatangan pada hari Selasa 1 Oktober 2013:

$$N' = \left(\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right)^2$$

diketahui:

k = tingkat kepercayaan dalam pengamatan ($k=2$)

s = derajat ketelitian dalam pengamatan ($s=0.05$)

N = 114

$\sum Xi$ = 21621

$\sum X_i^2$ = 4127771

$(\sum Xi)^2$ = 467467641

$$N' = \left(\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{114 \times 4127771 - 467467641}}{21621} \right)^2$$

$$N' = 10.60438$$

Karena $N > N'$ maka data yang telah dikumpulkan dianggap cukup.

Berikut ini adalah contoh perhitungan uji kecukupan data jumlah kedatangan pada hari Rabu 2 Oktober 2013:

$$N' = \left(\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2$$

diketahui:

k = tingkat kepercayaan dalam pengamatan ($k=2$)

s = derajat ketelitian dalam pengamatan ($s=0.05$)

N = 111

$\sum Xi$ = 21918

$\sum X_i^2$ = 4354610

$(\sum Xi)^2$ = 480398724

$$N' = \left(\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{111 \times 4354610 - 480398724}}{21918} \right)^2$$

$$N' = 10.60438$$

Karena $N > N'$ maka data yang telah dikumpulkan dianggap cukup.

Berikut ini adalah contoh perhitungan uji kecukupan data jumlah kedatangan pada hari Kamis 3 Oktober 2013:

$$N' = \left(\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right)^2$$

diketahui:

k = tingkat kepercayaan dalam pengamatan ($k=2$)

s = derajat ketelitian dalam pengamatan ($s=0.05$)

N = 122

$\sum X_i$ = 23394

$\sum X_i^2$ = 4504226

$(\sum X_i)^2$ = 547279236

$$N' = \left(\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{122 \times 4504226 - 547279236}}{23394} \right)^2$$

$$N' = 6.538047$$

Karena $N > N'$ maka data yang telah dikumpulkan dianggap cukup.

Berikut ini adalah contoh perhitungan uji kecukupan data jumlah kedatangan pada hari Jumat 4 Oktober 2013:

$$N' = \left(\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right)^2$$

diketahui:

k = tingkat kepercayaan dalam pengamatan ($k=2$)

s = derajat ketelitian dalam pengamatan ($s=0.05$)

N = 122

$\sum X_i$ = 22249

$\sum X_i^2$ = 4295641

$(\sum X_i)^2$ = 495018001

$$N' = \left(\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{116 \times 4295641 - 495018001}}{22249} \right)^2$$

$$N' = 10.58985$$

Karena $N > N'$ maka data yang telah dikumpulkan dianggap cukup.

Oleh karena semua data jumlah kedatangan produk telah diuji memiliki data yang cukup maka dapat dilanjutkan dengan pengujian distribusi.

4.3.2 Uji Kecukupan Data Jumlah Produk Terlayani pada Stasiun Kerja Pemasangan *Hardware*

Setelah data jumlah produk terlayani dikumpulkan maka langkah selanjutnya adalah menguji apakah data yang telah dikumpulkan tersebut telah cukup untuk dapat diolah. Berikut ini adalah contoh perhitungan uji kecukupan data produk terlayani pada hari Senin 30 September 2013:

$$N' = \left(\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right)^2$$

diketahui:

k = tingkat kepercayaan dalam pengamatan ($k=2$)

s = derajat ketelitian dalam pengamatan ($s=0.05$)

N = 72

$\sum X_i$ = 78614

$\sum X_i^2$ = 87931340

$(\sum X_i)^2$ = 6180160996

$$N' = \left(\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{72 \times 87931340 - 6180160996}}{78614} \right)^2$$

$$N' = 39.06577$$

Karena $N > N'$ maka data yang telah dikumpulkan dianggap cukup.

Berikut ini adalah contoh perhitungan uji kecukupan data jumlah produk terlayani pada hari Selasa 1 Oktober 2013:

$$N' = \left(\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right)^2$$

diketahui:

k = tingkat kepercayaan dalam pengamatan ($k=2$)

s = derajat ketelitian dalam pengamatan ($s=0.05$)

N = 79

$\sum X_i$ = 80089

$\sum X_i^2$ = 82168145

$(\sum X_i)^2$ = 6142477921

$$N' = \left(\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{79 \times 82168145 - 6142477921}}{80089} \right)^2$$

$$N' = 19.2161$$

Karena $N > N'$ maka data yang telah dikumpulkan dianggap cukup.

Berikut ini adalah contoh perhitungan uji kecukupan data jumlah kedatangan pada hari Rabu 2 Oktober 2013:

$$N' = \left(\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right)^2$$

diketahui:

k = tingkat kepercayaan dalam pengamatan ($k=2$)

s = derajat ketelitian dalam pengamatan ($s=0.05$)

N = 74

$\sum X_i$ = 81971

$\sum X_i^2$ = 91969979

$(\sum X_i)^2$ = 6179244841

$$N' = \left(\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{74 \times 91969979 - 6179244841}}{81971} \right)^2$$

$$N' = 20.60555$$

Karena $N > N'$ maka data yang telah dikumpulkan dianggap cukup.

Berikut ini adalah contoh perhitungan uji kecukupan data jumlah kedatangan pada hari Kamis 3 Oktober 2013:

$$N' = \left(\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right)^2$$

diketahui:

k = tingkat kepercayaan dalam pengamatan ($k=2$)

s = derajat ketelitian dalam pengamatan ($s=0.05$)

N = 81

$\sum X_i$ = 81557

$\sum X_i^2$ = 83080963

$(\sum X_i)^2$ = 6651544249

$$N' = \left(\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{81 \times 83080963 - 6651544249}}{81557} \right)^2$$

$$N' = 18.76587$$

Karena $N > N'$ maka data yang telah dikumpulkan dianggap cukup.

Berikut ini adalah contoh perhitungan uji kecukupan data jumlah kedatangan pada hari Jumat 4 Oktober 2013:

$$N' = \left(\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right)^2$$

diketahui:

k = tingkat kepercayaan dalam pengamatan ($k=2$)

s = derajat ketelitian dalam pengamatan ($s=0.05$)

N = 76

$$\sum X_i = 82963$$

$$\sum X_i^2 = 91914459$$

$$(\sum X_i)^2 = 6882859369$$

$$N' = \left(\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{76 \times 91914459 - 6882859369}}{82963} \right)^2$$

$$N' = 23.85974$$

Karena $N > N'$ maka data yang telah dikumpulkan dianggap cukup.

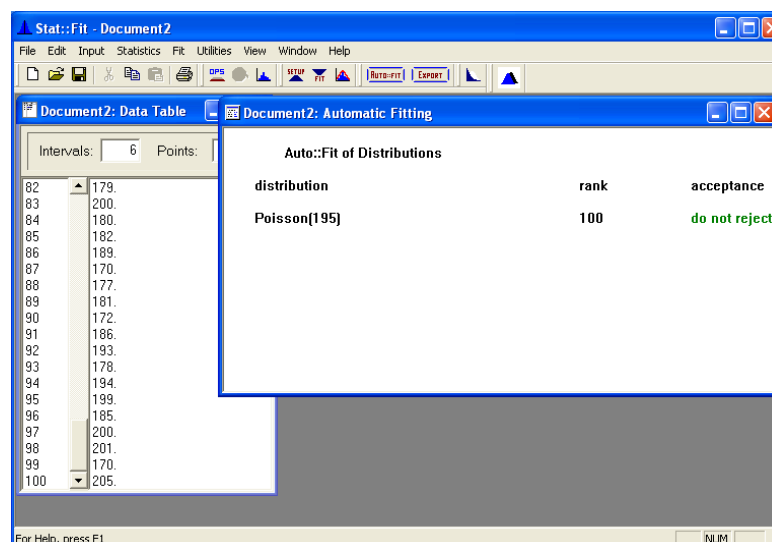
Oleh karena semua data jumlah produk terlayani telah diuji memiliki data yang cukup maka dapat dilanjutkan dengan pengujian distribusi.

4.4 Pengolahan Data

4.4.1 Pengujian Distribusi Data Jumlah Kedatangan Produk pada Stasiun Kerja Pemasangan *Hardware*

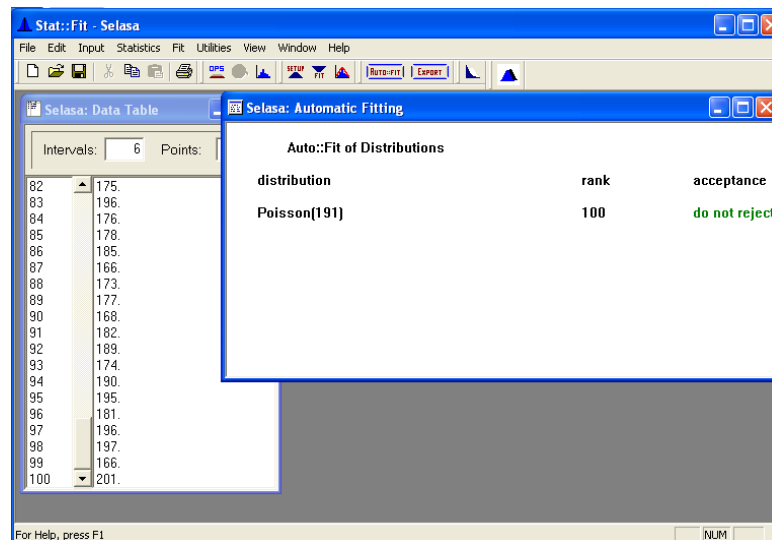
Pengujian distribusi data jumlah kedatangan produk pada stasiun kerja pemasangan hardware menggunakan *software* Stat-Fit untuk mengetahui apakah jumlah kedatangan produk pada stasiun kerja pemasangan *hardware* ini mengikuti pola distribusi tertentu.

Berdasarkan pengujian distribusi data dengan menggunakan bantuan *software* Stat-Fit diketahui bahwa data jumlah kedatangan hari Senin 30 September 2013 mengikuti distribusi *Poisson*. Dapat dilihat pada Gambar 4.3:



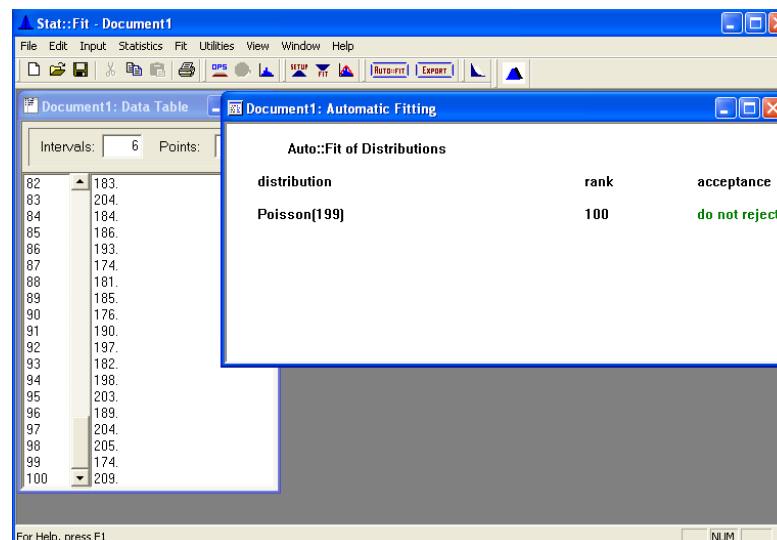
Gambar 4.3 Pengujian Distribusi Jumlah Kedatangan Hari Senin

Berdasarkan pengujian distribusi data dengan menggunakan bantuan *software* Stat-Fit diketahui bahwa data jumlah kedatangan hari Selasa 1 Oktober 2013 mengikuti distribusi *Poisson*. Dapat dilihat pada Gambar 4.4:



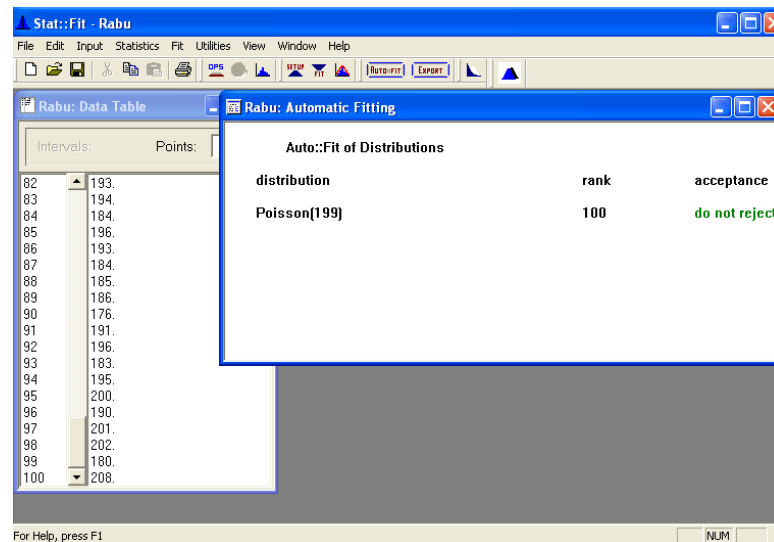
Gambar 4.4 Pengujian Distribusi Jumlah Kedatangan Hari Selasa.

Berdasarkan pengujian distribusi data dengan menggunakan bantuan *software* Stat-Fit diketahui bahwa data jumlah kedatangan hari Rabu 2 Oktober 2013 mengikuti distribusi *Poisson*. Dapat dilihat pada Gambar 4.5:



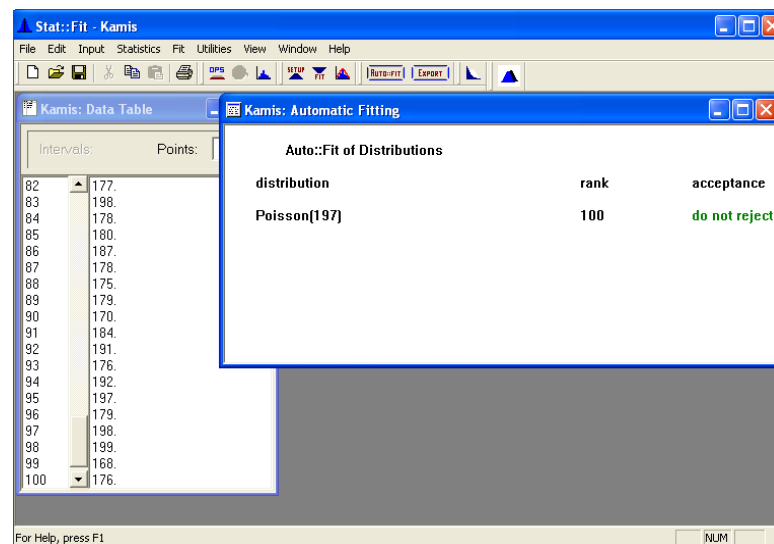
Gambar 4.5 Pengujian Distribusi Jumlah Kedatangan Hari Rabu.

Berdasarkan pengujian distribusi data dengan menggunakan bantuan *software* Stat-Fit diketahui bahwa data jumlah kedatangan hari Kamis 3 Oktober 2013 mengikuti distribusi *Poisson*. Dapat dilihat pada Gambar 4.6:



Gambar 4.6 Pengujian Distribusi Jumlah Kedatangan Hari Kamis.

Berdasarkan pengujian distribusi data dengan menggunakan bantuan *software* Stat-Fit diketahui bahwa data jumlah kedatangan hari Jumat 4 Oktober 2013 mengikuti distribusi *Poisson*. Dapat dilihat pada Gambar 4.7:



Gambar 4.7 Pengujian Distribusi Jumlah Kedatangan Hari Jumat.

Tabel 4.8 adalah tabel rangkuman jenis distribusi jumlah kedatangan produk mulai dari hari Senin 29 September hingga Jumat 4 Oktober 2013:

Tabel 4.8 Tabel Rangkuman Jenis Distribusi Jumlah Kedatangan Produk.

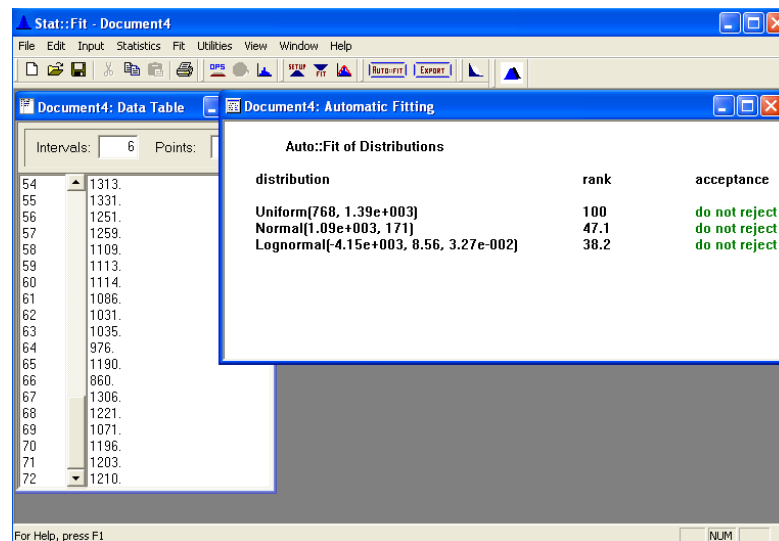
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat
Distribusi	<i>Poisson</i>	<i>Poisson</i>	<i>Poisson</i>	<i>Poisson</i>	<i>Poisson</i>

Untuk dapat melihat pengujian distribusi jumlah kedatangan produk untuk masing-masing stasiun kerja terdapat pada Lampiran 4 dan Lampiran 5 untuk pengujian distribusi jumlah kedatangan produk pada stasiun kerja pemasangan *hardware* hari Selasa sampai dengan hari Jumat.

4.4.2 Pengujian Distribusi Data Jumlah Produk yang Terlayani Pada Stasiun Kerja Pemasangan *Hardware*

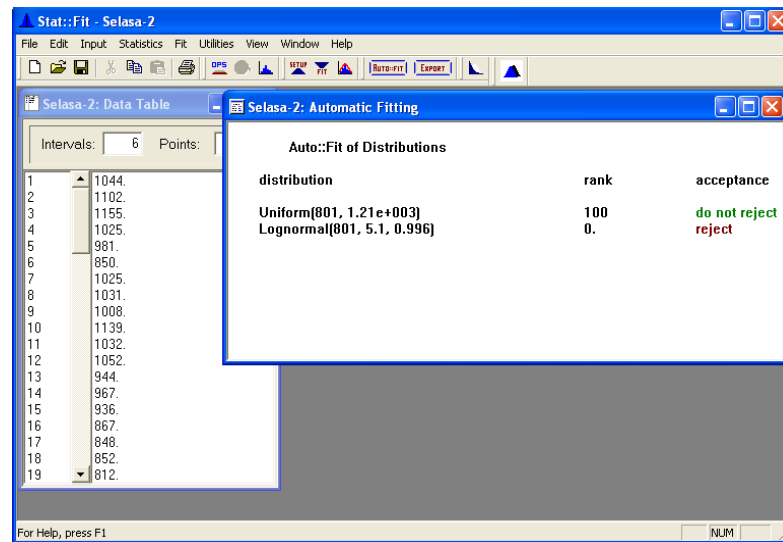
Pengujian distribusi data jumlah produk yang terlayani pada stasiun kerja pemasangan *hardware* menggunakan *software* Stat-Fit untuk mengetahui apakah jumlah produk yang terlayani pada stasiun kerja pemasangan *hardware* ini mengikuti pola distribusi tertentu.

Berdasarkan pengujian distribusi dengan menggunakan *software* Stat-Fit diketahui bahwa data jumlah produk yang terlayani hari Senin 30 September 2013 mengikuti distribusi *Uniform*. Dapat dilihat pada Gambar 4.8:



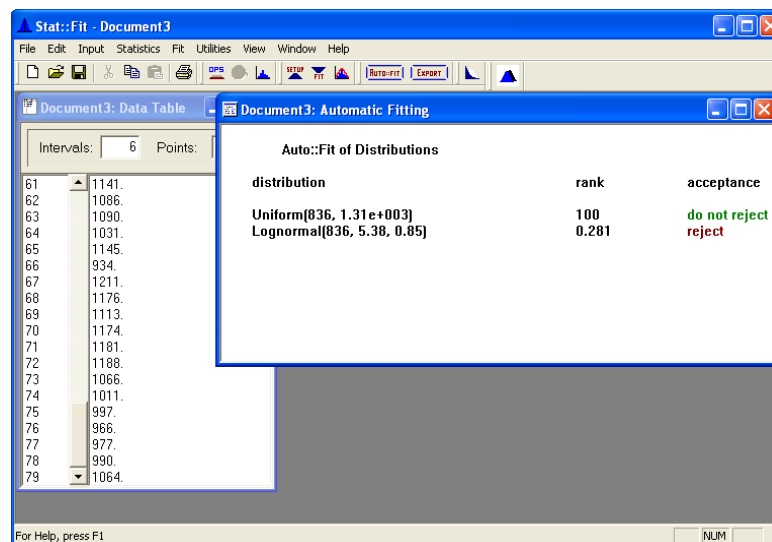
Gambar 4.8 Pengujian Distribusi Jumlah Produk Terlayani Hari Senin

Berdasarkan pengujian distribusi dengan menggunakan *software* Stat-Fit diketahui bahwa data jumlah produk yang terlayani hari Selasa 1 Oktober 2013 mengikuti distribusi *Uniform*. Dapat dilihat pada Gambar 4.9:



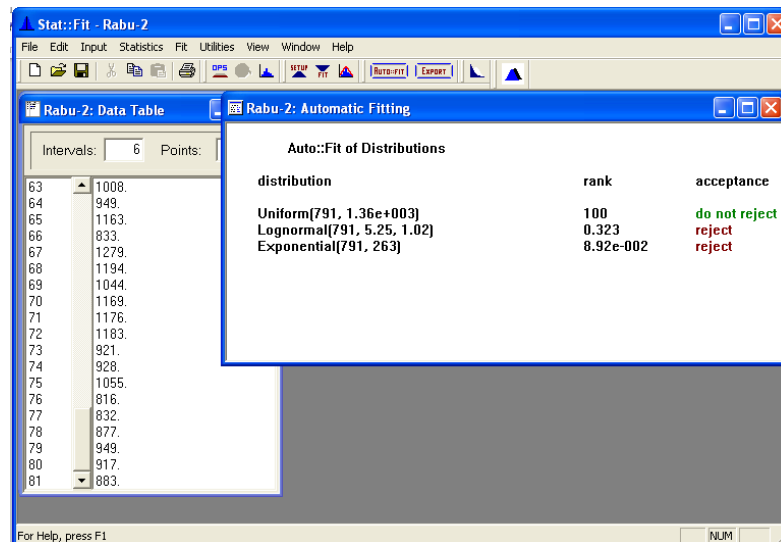
Gambar 4.9 Pengujian Distribusi Jumlah Produk Terlayani Hari Selasa.

Berdasarkan pengujian distribusi dengan menggunakan *software* Stat-Fit diketahui bahwa data jumlah produk yang terlayani hari Rabu 2 Oktober 2013 mengikuti distribusi *Uniform*. Dapat dilihat pada Gambar 4.10:



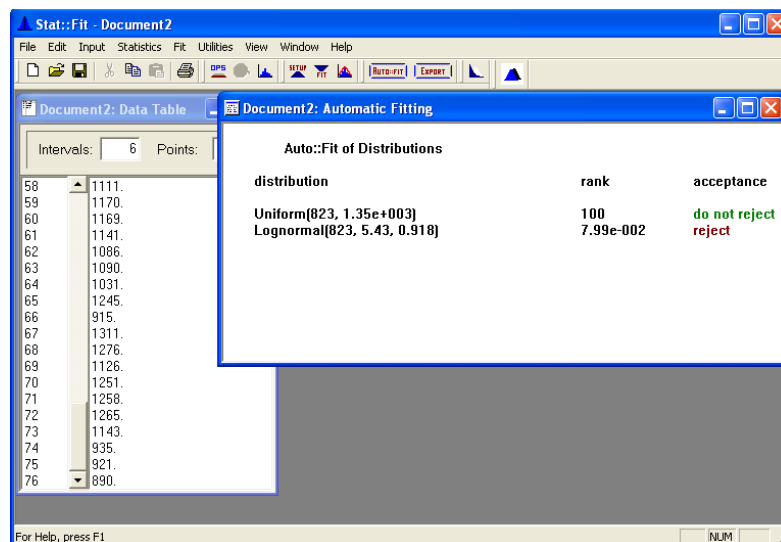
Gambar 4.10 Pengujian Distribusi Jumlah Produk Terlayani Hari Rabu.

Berdasarkan pengujian distribusi dengan menggunakan *software* Stat-Fit diketahui bahwa data jumlah produk yang terlayani hari Kamis 3 Oktober 2013 mengikuti distribusi *Uniform*. Dapat dilihat pada Gambar 4.11:



Gambar 4.11 Pengujian Distribusi Jumlah Produk Terlayani Hari Kamis.

Berdasarkan pengujian distribusi dengan menggunakan *software* Stat-Fit diketahui bahwa data jumlah produk yang terlayani hari Jumat mengikuti distribusi *Uniform*. Dapat dilihat pada Gambar 4.12:



Gambar 4.12 Pengujian Distribusi Jumlah Produk Terlayani Hari Jumat.

Tabel 4.9 adalah tabel rangkuman jenis distribusi jumlah produk yang terlayani mulai dari hari Senin 29 September hingga Jumat 4 Oktober 2013:

Tabel 4.9 Tabel Rangkuman Jenis Distribusi Jumlah Produk Terlayani.

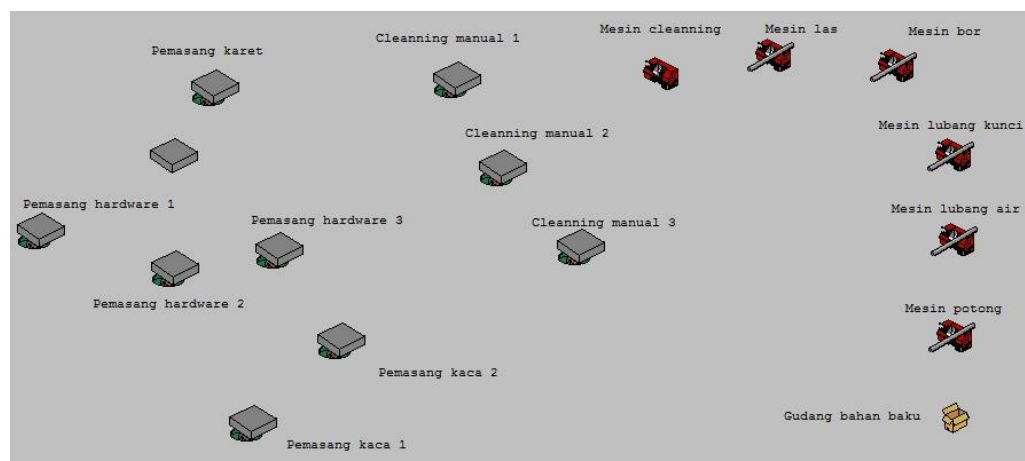
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat
Distribusi	<i>Uniform</i>	<i>Uniform</i>	<i>Uniform</i>	<i>Uniform</i>	<i>Uniform</i>

Berdasarkan hasil pengujian distribusi waktu kedatangan dan waktu pelayanan, kedua distribusi tersebut adalah *poisson* dan *uniform*, maka perlu dilakukan suatu simulasi untuk mengetahui jumlah waktu menunggu barang, waktu menganggur operator, serta utilitas dari masing-masing operator yang ada.

Untuk dapat melihat pengujian distribusi jumlah kedatangan produk untuk masing-masing stasiun kerja terdapat pada Lampiran 6.

4.5 Simulasi

Untuk melakukan analisis antrian pada stasiun pemasangan *hardware* maka dilakukan sebuah simulasi untuk menghitung parameter-parameter yang ada dalam sistem antrian. Dalam memudahkan simulasi maka digunakan program *Promodel*, sebuah program yang khusus digunakan untuk melakukan simulasi. Gambar 4.13 adalah hasil percobaan simulasi yang dilakukan dengan program *Promodel*:



Gambar 4.13 Proses Simulasi Kondisi Nyata.

Berdasarkan analisa simulasi dengan program *Promodel* untuk parameter-parameter antrian stasiun kerja pemasangan *hardware* kondisi sekarang, diperoleh fasilitas pelayanan yang cukup baik yaitu 93.35%.

Tabel 4.10 adalah hasil analisa kondisi nyata dengan program *Promodel*:

Tabel 4.10 Hasil Simulasi Kondisi Nyata

Name	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
Gudang bahan baku	8.00	999999.00	234.00	128.52	62.65	128.00	128.00	0.01
Mesin potong	8.00	1.00	106.00	4.48	0.99	1.00	1.00	98.87
Mesin lubang air	8.00	1.00	105.00	4.50	0.98	1.00	1.00	98.45
Mesin lubang kunci	8.00	1.00	104.00	4.52	0.98	1.00	1.00	97.88
Mesin bor	8.00	1.00	103.00	4.55	0.98	1.00	1.00	97.62
Mesin las	8.00	1.00	102.00	2.56	0.54	1.00	0.00	54.34
Mesin cleaning	8.00	1.00	102.00	1.50	0.32	1.00	1.00	31.83
Antrian cleaning	8.00	999999.00	101.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
Cleaning manual 1	8.00	1.00	34.00	11.16	0.79	1.00	1.00	79.02
Cleaning manual 2	8.00	1.00	34.00	10.96	0.78	1.00	1.00	77.63
Cleaning manual 3	8.00	1.00	33.00	11.17	0.77	1.00	0.00	76.81
Antrian p karet	8.00	999999.00	99.00	0.01	0.00	1.00	0.00	0.00
Pemasang karet	8.00	1.00	99.00	3.20	0.66	1.00	1.00	66.00
Antrian p hardware	8.00	999999.00	98.00	52.53	10.72	23.00	23.00	0.00
Pemasang hardware 1	8.00	1.00	25.00	17.92	0.93	1.00	1.00	93.35
Pemasang hardware 2	8.00	1.00	26.00	17.08	0.93	1.00	1.00	92.52
Pemasang hardware 3	8.00	1.00	24.00	18.36	0.92	1.00	1.00	91.78
Antrian kaca	8.00	999999.00	72.00	0.47	0.07	1.00	0.00	0.00
Pemasang kaca 1	8.00	1.00	35.00	7.06	0.51	1.00	0.00	51.47
Pemasang kaca 2	8.00	1.00	37.00	7.05	0.54	1.00	1.00	54.36

Berdasarkan teori sistem antrian yang ada, utilitas operator pada stasiun kerja pemasangan *hardware* sudah sangat baik karena operator pada stasiun tersebut hampir tidak punya waktu untuk menganggur, tapi pada stasiun kerja pemasangan *hardware* tersebut terjadi sangat banyak penumpukan *working process* yang harus diproses. Hal ini dapat disimpulkan bahwa proses pemasangan *hardware* oleh tiga orang operator belum mencapai kondisi yang optimal, di mana operator yang sudah bekerja dengan sangat baik, tapi masih terdapat banyak penumpukan *working process* yang harus diproses yaitu sebanyak 23 unit. Untuk mengatasi hal ini operator masih harus bekerja selama periode waktu tertentu pada waktu istirahat atau melewati waktu kerja standar untuk menyelesaikan proses pemasangan *hardware*.

Untuk dapat melihat hasil analisa lengkap dari simulasi program *Promodel* dapat dilihat pada Lampiran 7.

4.6 Uji Validitas Simulasi

Setelah melakukan simulasi untuk masing-masing kondisi dan alternatif, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian terhadap simulasi tersebut. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah hasil yang diperoleh dari simulasi tersebut dapat diterima atau tidak. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan metode chi-square.

$$X^2 = \sum \frac{(Fo - Fe)^2}{Fe}$$

diketahui:

X^2 = nilai hitung

F_o = data berdasarkan hasil observasi

F_e = data berdasarkan hasil ekspektasi

α = 95% (0,05)

Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan utilitas rata-rata antara hasil observasi dengan hasil simulasi. Namun sebelum melakukan pengujian *chi-square*, perlu dilakukan perhitungan untuk mengetahui besar utilitas operator pada pemasangan *hardware*.

Berdasarkan hasil observasi langsung selama 5 hari kerja (data terlampir), stasiun kerja pemasangan *hardware* menggunakan operator sebanyak 3 orang. Diketahui bahwa rata-rata waktu kedatangan produk (λ) = 193 detik/produk (18 produk/jam) dan waktu pelayanan produk (μ) = 1084 detik/produk (4 produk/jam).

Berikut ini adalah perhitungan utilitas operator pada stasiun kerja pemasangan *hardware*:

$$\rho = 1 + P_o$$

$$P_o = \frac{1}{\left[\sum_{n=0}^{M-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \right] + \frac{1}{M!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^M \frac{M\mu}{M\mu - \lambda}}$$

$$P_o = \frac{1}{\left[\sum_{n=0}^{3-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{18}{4} \right)^n + \frac{1}{1!} \left(\frac{18}{4} \right)^1 + \frac{1}{2!} \left(\frac{18}{4} \right)^2 \right] + \frac{1}{3!} \left(\frac{18}{4} \right)^3 \frac{3 \times 4}{3 \times 4 - 18}}$$

$$P_o = \frac{1}{\left[1 + \frac{1}{1!} \left(\frac{18}{4} \right)^1 + \frac{1}{2!} \left(\frac{18}{4} \right)^2 \right] + \frac{1}{3!} \left(\frac{18}{4} \right)^3 \frac{3 \times 4}{3 \times 4 - 18}}$$

$$P_o = -0,0667$$

$$\rho = 1 + 0,0667$$

$$\rho = 1,0667$$

$$\rho = 106,67\%$$

Berikut ini adalah perhitungan pengujian *chi-square* antara data observasi dengan simulasi:

Tabel 4.11 Perbandingan nilai utilitas Observasi dan Simulasi

No	Utilitas	
	Observasi	Simulasi
1	106,67%	92,55%

Sebelum melakukan perhitungan, diperlukan hipotesis-hipotesis yang akan digunakan untuk menguji apakah hasil simulasi dapat diterima atau tidak. Berikut ini adalah hipotesis-hipotesis yang diberikan:

H_0 = Simulasi dapat diterima

H_1 = Simulasi tidak diterima

Perhitungan:

$$X^2 = \frac{(106,67 - 92,55)^2}{92,55}$$

$$X^2 = 2,15$$

Untuk dapat menjawab hipotesis bandingkan chi-square hitung dengan chi-square tabel pada derajat kebebasan atau *degree of freedom* (DF) tertentu dan taraf signifikansi tertentu. Apabila chi-square hitung $\geq$ chi-square tabel, maka perbedaan bersifat signifikan, artinya H_0 ditolak atau H_1 diterima. Nilai DF pada perhitungan ini adalah 1, dengan rumus:

$DF = (r-1) + (c-1)$, diketahui r = jumlah baris, c = jumlah kolom

$DF = 1$

Apabila taraf signifikan yang digunakan adalah 95% diketahui $\alpha = 0,05$ pada $DF = 1$, maka diketahui F_{tabel} adalah:

$$F_{0,05;1} = 3,841$$

Berdasarkan hasil perhitungan F_{hitung} dan F_{tabel} diketahui bahwa:

$$F_{\text{hitung}} < F_{\text{tabel}}$$

$$2,15 < 3,841$$

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil uji *chi-square* yang telah dilakukan adalah menerima H_0 bahwa hasil simulasi dapat diterima karena hasil F_{hitung} lebih kecil daripada F_{tabel} .

4.7 Analisis Optimalitas Stasiun Kerja Pemasangan *Hardware* Kondisi Sekarang Berdasarkan hasil observasi selama 5 hari kerja diperoleh besar biaya menunggu tiap produk adalah sebagai berikut:

$$E(Cw) = \overline{(nt)}(Cw)$$

$$E(Cw) = \overline{(nt)}(Cw) 23 \times \text{Rp. } 562.500$$

$$E(Cw) = \overline{(nt)}(Cw) \text{Rp. } 12.937.500/\text{jam}$$

dengan ketentuan:

$$\overline{nt} = 23 \text{ working process}$$

$$Cw = \text{Rp. } 562.500/\text{jam, dengan asumsi harga produk Rp. } 4.500.000 \text{ (per jam = Rp. } 4.500.000 : 8 = \text{Rp. } 562.500).$$

Asumsi bahwa biaya penambahan karyawan adalah linear, maka dapat dihitung total *expected total cost of service/periode waktu*

$$E(Cs) = S.Cs$$

$$E(Cs) = S.Cs 3 \times \text{Rp. } 13.750$$

$$E(Cs) = S.Cs \text{Rp. } 41.250/\text{jam}$$

dengan ketentuan:

$$S = 3 \text{ orang}$$

$$Cs = \text{Rp. } 13.750 \text{ (gaji karyawan = Rp. } 2.200.000 : 20 = \text{Rp. } 110.000, \text{ per jam = Rp. } 110.000 : 8 = \text{Rp. } 13.750)$$

Berdasarkan hasil perhitungan, maka pengeluaran yang harus dikeluarkan oleh perusahaan adalah sebesar = Rp. 12.937.500 + Rp. 41.250 = Rp. 12.978.750/jam.

Berdasarkan perhitungan di atas diketahui bahwa biaya menunggu produk 313 kali lebih banyak dari biaya pelayanan. Sementara itu, untuk mencapai sebuah sistem antrian yang optimal, biaya menunggu sama dengan biaya pelayanan, atau dapat dituliskan sebagai berikut:

$$E(Cw) = E(Cs)$$

Kondisi dengan jumlah penumpukan *working process* yang belum diproses tersebut dapat menjadi berbahaya apabila pada waktu-waktu tertentu jumlah *working process* yang menumpuk pada stasiun kerja pemasangan *hardware* melebihi kapasitas sistem. Sistem yang tidak mampu menampung jumlah penumpukan ini dapat mempengaruhi kinerja pada stasiun kerja sebelumnya. Salah satu dampak yang paling berbahaya adalah pabrik tidak mampu menyelesaikan waktu produksi produk sesuai dengan tanggal yang telah ditentukan. Hal ini dapat mengakibatkan kerugian karena ada kemungkinan bahwa pihak pemesan akan membatalkan atau menuntut ganti rugi keterlambatan pengiriman.

Menyadari akan kondisi tersebut maka perlu dilakukan suatu solusi untuk memecahkan permasalahan yang ada, di mana solusi permasalahan tersebut adalah dengan penambahan jumlah operator pada stasiun kerja pemasangan *hardware* untuk meminimalisasi waktu menunggu sehingga jumlah penumpukan dapat berkurang.

4.8 Analisis Penetapan Jumlah Operator Optimum

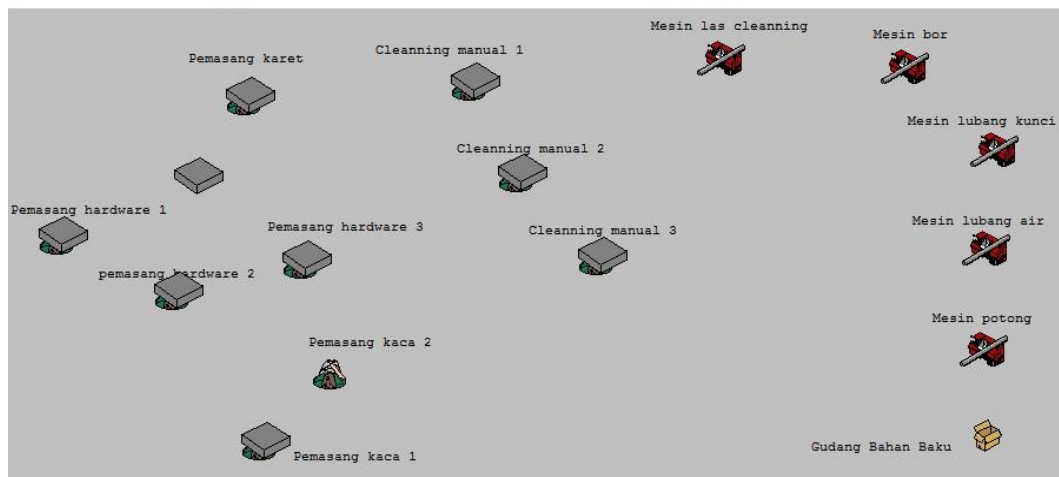
Untuk mendukung penetapan jumlah operator optimum pada stasiun kerja pemasangan *hardware* maka diberikan beberapa alternatif dengan memberikan skenario tambahan pada simulasi program *Promodel*. Berikut ini adalah beberapa alternatif yang akan diberikan:

1. Alternatif 1: penggabungan stasiun kerja mesin las dan mesin *cleanning*.
2. Alternatif 2: penggabungan dua stasiun kerja yaitu stasiun kerja mesin las dan mesin *cleanning* serta pengurangan operator pada stasiun kerja pemasangan kaca sebanyak satu orang.
3. Alternatif 3: penggabungan stasiun kerja mesin las dan mesin *cleanning*, dan penambahan operator pada stasiun kerja pemasangan *hardware* sebanyak satu orang.
4. Alternatif 4: penggabungan stasiun kerja mesin las dan mesin *cleanning*, dan penambahan operator pada stasiun kerja pemasangan *hardware* sebanyak dua orang.

4.8.1 Analisis Optimalitas Alternatif 1

Alternatif 1 adalah sebuah alternatif di mana pada alternatif tersebut terdapat penggabungan dua stasiun kerja yaitu stasiun kerja mesin las dan mesin *cleanning*.

Tujuannya adalah untuk mengetahui tingkat utilitas, waktu antrian produk, dan jumlah penumpukan *working process* dan membandingkan sistem yang paling optimal antara alternatif 1 dengan kondisi nyata yang ada sebelumnya. Gambar 4.14 adalah proses simulasi alternatif 1 yang diberikan:



Gambar 4.14 Proses Simulasi Alternatif 1.

Berdasarkan analisa tersebut, utilitas operator pada stasiun kerja pemasangan *hardware* juga masih sangat baik mencapai 93.46%. Hal ini juga mengurangi jumlah waktu antrian *working process* sehingga jumlah penumpukan *working process* dapat berkurang menjadi 20 *working process*.

Tabel 4.12 adalah hasil analisa alternatif 1 dengan program *Promodel*:

Tabel 4.12 Hasil Simulasi Alternatif 1.

Name	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
Gudang Bahan Baku	8.00	999999.00	236.00	131.07	64.44	132.00	131.00	0.01
Mesin potong	8.00	1.00	105.00	4.52	0.99	1.00	1.00	98.98
Mesin Lubang air	8.00	1.00	104.00	4.54	0.98	1.00	1.00	98.46
Mesin Lubang kunci	8.00	1.00	103.00	4.56	0.98	1.00	1.00	97.89
Mesin bor	8.00	1.00	102.00	4.59	0.98	1.00	1.00	97.63
Mesin las cleaning	8.00	1.00	101.00	4.03	0.85	1.00	1.00	84.81
Antrian cleaning	8.00	999999.00	100.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
Cleaning manual 1	8.00	1.00	34.00	10.76	0.75	1.00	1.00	76.24
Cleaning manual 2	8.00	1.00	33.00	11.19	0.77	1.00	1.00	76.50
Cleaning manual 3	8.00	1.00	33.00	10.97	0.75	1.00	1.00	75.42
Antrian p.karet	8.00	999999.00	97.00	0.01	0.00	1.00	0.00	0.00
Pemasang karet	8.00	1.00	97.00	3.22	0.65	1.00	0.00	65.15
Antrian p hardware	8.00	999999.00	97.00	45.19	3.13	20.00	20.00	0.00
Pemasang hardware 1	8.00	1.00	26.00	17.25	0.93	1.00	1.00	93.46
Pemasang hardware 2	8.00	1.00	25.00	17.77	0.93	1.00	1.00	92.55
Pemasang hardware 3	8.00	1.00	26.00	16.92	0.92	1.00	1.00	91.67
Antrian kaca	8.00	999999.00	74.00	0.25	0.04	1.00	0.00	0.00
Pemasang kaca 1	8.00	1.00	38.00	7.06	0.56	1.00	0.00	55.95
Pemasang kaca 2	8.00	1.00	36.00	7.05	0.53	1.00	0.00	52.86

Untuk dapat melihat hasil analisa lengkap dari simulasi program *Promodel* dapat dilihat pada Lampiran 8.

Berikut ini adalah perhitungan biaya untuk alternatif 1:

$$E(Cw) = \overline{(nt)}(Cw)$$

$$E(Cw) = \overline{(nt)}(Cw) 20 \times \text{Rp. } 562.500$$

$$E(Cw) = \overline{(nt)}(Cw) \text{ Rp. } 11.250.000/\text{jam}$$

dengan ketentuan:

$$\overline{nt} = 20 \text{ produk}$$

$$Cw = \text{Rp. } 562.500/\text{jam, dengan asumsi harga produk Rp. } 4.500.000 \text{ (per jam = Rp. } 4.500.000 : 8 = \text{Rp. } 562.500).$$

Asumsi bahwa biaya penambahan karyawan adalah linear, maka dapat dihitung total *expected total cost of service/periode waktu*

$$E(Cs) = S.Cs$$

$$E(Cs) = S.Cs 3 \times \text{Rp. } 13.750$$

$$E(Cs) = S.Cs \text{ Rp. } 41.250/\text{jam}$$

dengan ketentuan:

$$S = 3 \text{ orang}$$

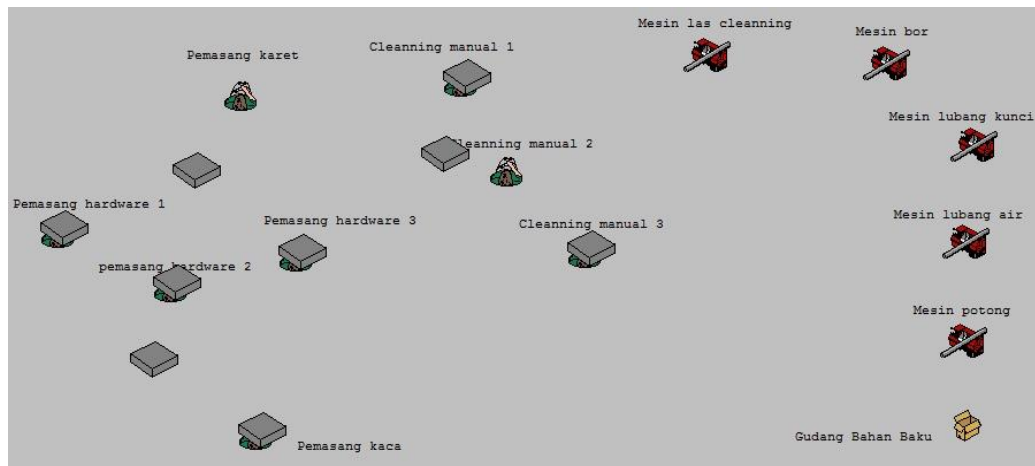
$$Cs = \text{Rp. } 13.750 \text{ (gaji karyawan = Rp. } 2.200.000 : 20 = \text{Rp. } 110.000, \text{ per jam = Rp. } 110.000 : 8 = \text{Rp. } 13.750)$$

Berdasarkan hasil perhitungan, maka pengeluaran yang harus dikeluarkan oleh perusahaan adalah sebesar = Rp. 11.250.000 + Rp. 41.250 = Rp. 11.291.250/jam.

4.8.2 Analisa Optimalitas Alternatif 2

Alternatif 2 adalah sebuah alternatif di mana pada alternatif tersebut terdapat penggabungan dua stasiun kerja yaitu stasiun kerja mesin las dan mesin *cleanning* serta pengurangan operator pada stasiun kerja pemasangan kaca sebanyak satu orang.

Tujuannya adalah untuk mengetahui tingkat utilitas, waktu antrian produk, dan jumlah penumpukan *working process* dan membandingkan sistem yang paling optimal antara alternatif 2 dengan kondisi nyata yang ada sebelumnya. Gambar 4.15 adalah proses simulasi alternatif 2 yang diberikan:



Gambar 4.15 Proses Simulasi Alternatif 2.

Berdasarkan analisa tersebut, utilitas operator pada stasiun kerja pemasangan *hardware* juga masih cukup baik mencapai 77.48%, tapi hal ini juga mengakibatkan penambahan jumlah waktu antrian produk pada stasiun kerja pemasangan kaca mencapai 11 produk. Tabel 4.13 adalah hasil analisa alternatif 2 dengan program *Promodel*:

Tabel 4.13 Hasil Simulasi Alternatif 2.

Name	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
Gudang Bahan Baku	8.00	999999.00	234.00	131.71	64.21	130.00	129.00	0.01
Mesin potong	8.00	1.00	105.00	4.52	0.99	1.00	1.00	98.88
Mesin lubang air	8.00	1.00	104.00	4.54	0.98	1.00	1.00	98.46
Mesin lubang kunci	8.00	1.00	103.00	4.56	0.98	1.00	1.00	97.89
Mesin bor	8.00	1.00	102.00	4.59	0.98	1.00	1.00	97.63
Mesin las cleanning	8.00	1.00	101.00	4.01	0.84	1.00	1.00	84.37
Antrian cleanning	8.00	999999.00	100.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
Cleanning manual 1	8.00	1.00	34.00	10.94	0.77	1.00	1.00	77.48
Cleanning manual 2	8.00	1.00	33.00	11.12	0.76	1.00	0.00	76.45
Cleanning manual 3	8.00	1.00	33.00	11.06	0.76	1.00	1.00	76.01
Antrian p karet	8.00	999999.00	98.00	0.01	0.00	1.00	0.00	0.00
Pemasang karet	8.00	1.00	98.00	3.19	0.65	1.00	1.00	65.07
Antrian p hardware	8.00	999999.00	97.00	52.21	10.55	23.00	22.00	0.00
Pemasang hardware 1	8.00	1.00	25.00	17.95	0.93	1.00	1.00	93.47
pemasang hardware 2	8.00	1.00	26.00	17.08	0.93	1.00	1.00	92.54
Pemasang hardware 3	8.00	1.00	24.00	18.34	0.92	1.00	1.00	91.69
Antrian kaca	8.00	999999.00	72.00	30.24	4.54	11.00	10.00	0.00
Pemasang kaca	8.00	1.00	62.00	6.89	0.89	1.00	1.00	89.02

Untuk dapat melihat hasil analisa lengkap dari simulasi program *Promodel* dapat dilihat pada Lampiran 9.

Berikut ini adalah perhitungan biaya untuk alternatif 2:

$$E(Cw) = \overline{(nt)}(Cw)$$

$$E(Cw) = \overline{(nt)}(Cw) 23 \times \text{Rp. } 562.500 + 11 \times \text{Rp. } 562.500$$

$$E(Cw) = \overline{(nt)}(Cw) \text{ Rp. } 17.437.500/\text{jam}$$

dengan ketentuan:

$\overline{nt}$ = 34 *working process* (23 *working process* untuk stasiun kerja pemasangan *hardware* dan 11 *working process* untuk stasiun kerja pemasangan kaca)

Cw = Rp. 562.500/jam, dengan asumsi harga produk Rp. 4.500.000 (per jam = Rp. 4.500.000 : 8 = Rp. 562.500).

Asumsi bahwa biaya penambahan karyawan adalah linear, maka dapat dihitung total *expected total cost of service/periode waktu*

$$E(Cs) = S.Cs$$

$$E(Cs) = S.Cs \text{ 3 x Rp. } 13.750 = \text{Rp. } 13.750$$

$$E(Cs) = S.Cs \text{ Rp. } 27.500/\text{jam}$$

dengan ketentuan:

S = 3 orang untuk pemasang *hardware* dan 1 orang untuk pemasang kaca

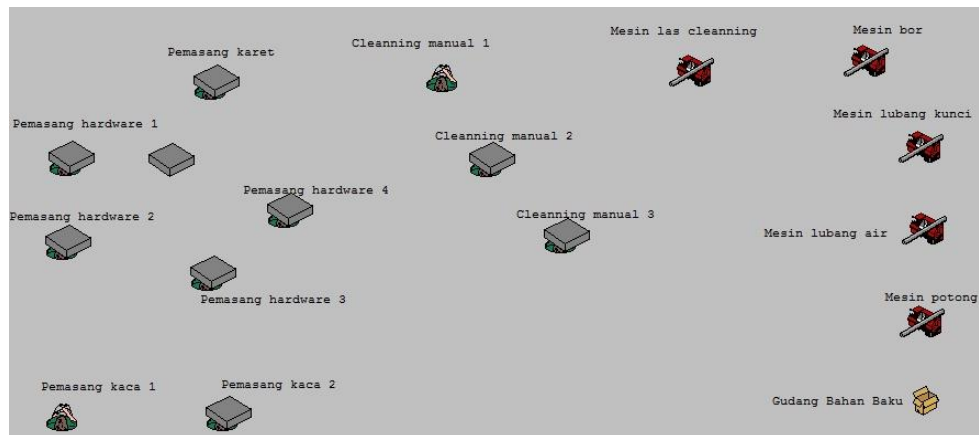
Cs = Rp. 13.750 (gaji karyawan = Rp. 2.200.000 : 20 = Rp. 110.000, per jam = Rp. 110.000 : 8 = Rp. 13.750)

Berdasarkan hasil perhitungan, maka pengeluaran yang harus dikeluarkan oleh perusahaan adalah sebesar = Rp. 11.250.000 + Rp. 27.500 = Rp. 11.277.500/jam.

4.8.3 Analisa Optimalitas Alternatif 3

Alternatif 3 penggabungan stasiun kerja mesin las dan mesin *cleanning*, dan penambahan operator pada stasiun kerja pemasangan *hardware* sebanyak satu orang.

Tujuannya adalah untuk mengetahui tingkat utilitas, waktu antrian produk, dan jumlah penumpukan *working process* dan membandingkan sistem yang paling optimal antara alternatif 3 dengan kondisi nyata yang ada sebelumnya. Gambar 4.16 adalah proses simulasi alternatif 3 yang diberikan:



Gambar 4.16 Proses Simulasi Alternatif 3.

Berdasarkan analisa tersebut, utilitas operator pada stasiun kerja pemasangan *hardware* juga masih sangat baik mencapai 89.76%. Hal ini juga mengurangi jumlah waktu antrian produk sehingga jumlah penumpukan *working process* dapat berkurang menjadi 2 produk, tapi menambah waktu antrian pada stasiun pemasangan kaca sehingga jumlah penumpukan *working process* pada stasiun pemasangan kaca bertambah menjadi 2 produk.

Tabel 4.14 adalah hasil analisa alternatif 1 dengan program *Promodel*:

Tabel 4.14 Hasil Simulasi Alternatif 3.

Name	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
Gudang Bahan Baku	8.00	999999.00	233.00	129.43	62.83	128.00	128.00	0.01
Mesin potong	8.00	1.00	105.00	4.52	0.99	1.00	1.00	98.88
Mesin lubang air	8.00	1.00	104.00	4.54	0.98	1.00	1.00	98.46
Mesin lubang kunci	8.00	1.00	103.00	4.56	0.98	1.00	1.00	97.89
Mesin bor	8.00	1.00	102.00	4.59	0.98	1.00	1.00	97.63
Mesin las cleanning	8.00	1.00	101.00	4.07	0.86	1.00	1.00	85.68
Antrian cleanning	8.00	999999.00	100.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
Cleanning manual 1	8.00	1.00	34.00	10.83	0.77	1.00	1.00	76.69
Cleanning manual 2	8.00	1.00	33.00	11.02	0.76	1.00	0.00	75.77
Cleanning manual 3	8.00	1.00	33.00	11.14	0.77	1.00	1.00	76.60
Antrian p.karet	8.00	999999.00	98.00	0.01	0.00	1.00	0.00	0.00
Pemasang karet	8.00	1.00	98.00	3.24	0.66	1.00	1.00	66.12
Antrian p.hardware	8.00	999999.00	97.00	1.58	0.32	2.00	0.00	0.00
Pemasang hardware 1	8.00	1.00	25.00	17.13	0.89	1.00	1.00	89.22
Pemasang hardware 2	8.00	1.00	24.00	17.63	0.88	1.00	1.00	88.16
Pemasang hardware 3	8.00	1.00	24.00	17.95	0.90	1.00	1.00	89.76
Pemasang hardware 4	8.00	1.00	24.00	17.48	0.87	1.00	1.00	87.38
Antrian kaca	8.00	999999.00	93.00	0.66	0.13	2.00	0.00	0.00
Pemasang kaca 1	8.00	1.00	46.00	6.87	0.66	1.00	1.00	65.87
Pemasang kaca 2	8.00	1.00	47.00	7.09	0.69	1.00	0.00	69.39

Untuk dapat melihat hasil analisa lengkap dari simulasi program *Promodel* dapat dilihat pada Lampiran 10.

Berikut ini adalah perhitungan biaya untuk alternatif 3:

$$E(Cw) = \overline{(nt)}(Cw)$$

$$E(Cw) = \overline{(nt)}(Cw)2 \times \text{Rp. } 562.500 + 2 \times \text{Rp. } 562.500$$

$$E(Cw) = \overline{(nt)}(Cw) \text{ Rp. } 2.250.000/\text{jam}$$

dengan ketentuan:

$\overline{nt}$ = 2 *working process* (2 *working process* untuk stasiun kerja pemasangan *hardware* dan 2 *working process* untuk stasiun kerja pemasangan kaca)

Cw = Rp. 562.500/jam, dengan asumsi harga produk Rp. 4.500.000 (per jam = Rp. 4.500.000 : 8 = Rp. 562.500).

Asumsi bahwa biaya penambahan karyawan adalah linear, maka dapat dihitung total *expected total cost of service/periode waktu*

$$E(Cs) = S.Cs$$

$$E(Cs) = S.Cs \ 4 \times \text{Rp. } 13.750$$

$$E(Cs) = S.Cs \text{Rp. } 55.000/\text{jam}$$

dengan ketentuan:

$$S = 4 \text{ orang}$$

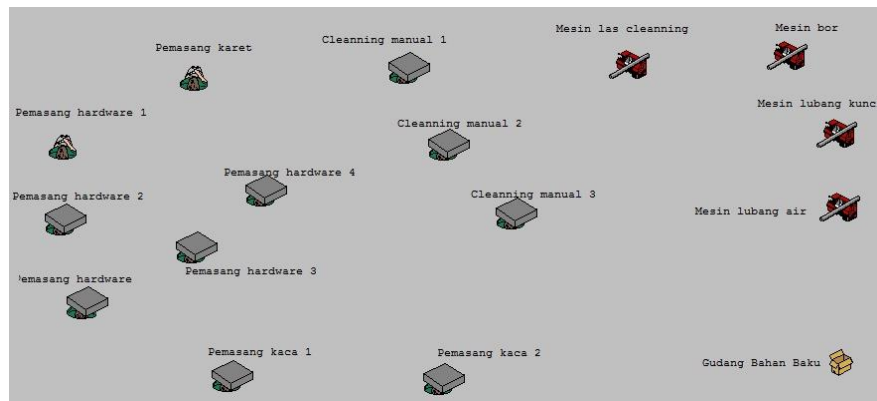
$$Cs = \text{Rp. } 13.750 \text{ (gaji karyawan} = \text{Rp. } 2.200.000 : 20 = \text{Rp. } 110.000, \text{ per jam} = \text{Rp. } 110.000 : 8 = \text{Rp. } 13.750)$$

Berdasarkan hasil perhitungan, maka pengeluaran yang harus dikeluarkan oleh perusahaan adalah sebesar = Rp. 2.250.000 + Rp. 55.000 = Rp. 2.305.000/jam.

4.8.4 Analisa Optimalitas Alternatif 4

Alternatif 4 penggabungan stasiun kerja mesin las dan mesin *cleanning*, dan penambahan operator pada stasiun kerja pemasangan *hardware* sebanyak dua orang.

Tujuannya adalah untuk mengetahui tingkat utilitas, waktu antrian produk, dan jumlah penumpukan *working process* dan membandingkan sistem yang paling optimal antara alternatif 4 dengan kondisi nyata yang ada sebelumnya. Gambar 4.17 adalah proses simulasi alternatif 4 yang diberikan:



Gambar 4.17 Proses Simulasi Alternatif 4.

Berdasarkan analisa tersebut, utilitas operator pada stasiun kerja pemasangan *hardware* juga masih sangat baik mencapai 74.57%. Hal ini juga mengurangi jumlah waktu antrian produk sehingga jumlah penumpukan *working process* dapat berkurang menjadi 1 produk atau dapat dikatakan tidak ada antrian sama sekali. Tabel 4.15 adalah hasil analisa alternatif 1 dengan program *Promodel*:

Tabel 4.15 Hasil Simulasi Alternatif 4.

Name	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
Gudang Bahan Baku	8.00	999999.00	235.00	131.13	64.20	130.00	130.00	0.01
Mesin lubang air	8.00	1.00	105.00	4.52	0.99	1.00	1.00	98.91
Mesin lubang kunci	8.00	1.00	104.00	4.54	0.98	1.00	1.00	98.40
Mesin bor	8.00	1.00	103.00	4.57	0.98	1.00	1.00	97.99
Mesin las cleanning	8.00	1.00	102.00	4.02	0.85	1.00	1.00	85.34
Antrian cleanning	8.00	999999.00	101.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
Cleanning manual 1	8.00	1.00	34.00	11.00	0.78	1.00	1.00	77.93
Cleanning manual 2	8.00	1.00	34.00	10.80	0.77	1.00	1.00	76.52
Cleanning manual 3	8.00	1.00	33.00	11.18	0.77	1.00	0.00	76.85
Antrian p karet	8.00	999999.00	99.00	0.02	0.00	1.00	0.00	0.00
Pemasang karet	8.00	1.00	99.00	3.22	0.66	1.00	1.00	66.40
Antrian p hardware	8.00	999999.00	98.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
Pemasang hardware 1	8.00	1.00	20.00	17.48	0.73	1.00	1.00	72.83
Pemasang hardware 2	8.00	1.00	20.00	17.90	0.75	1.00	1.00	74.57
Pemasang hardware 3	8.00	1.00	20.00	17.47	0.73	1.00	1.00	72.78
Pemasang hardware 4	8.00	1.00	19.00	18.30	0.72	1.00	0.00	72.44
Pemasang hardware 5	8.00	1.00	19.00	17.84	0.71	1.00	1.00	70.64
Antrian kaca	8.00	999999.00	94.00	0.59	0.12	1.00	0.00	0.00
Pemasang kaca 1	8.00	1.00	48.00	7.02	0.70	1.00	1.00	70.21
Pemasang kaca 2	8.00	1.00	46.00	6.83	0.65	1.00	1.00	65.50

Untuk dapat melihat hasil analisa lengkap dari simulasi program *Promodel* dapat dilihat pada Lampiran 11.

Berikut ini adalah perhitungan biaya untuk alternatif 4:

Karena pada alternatif ini tidak terjadi antrian, maka perhitungan hanya dilakukan untuk total *expected total cost of service/periode waktu*

$$E(Cs) = S \cdot Cs$$

$$E(Cs) = S \cdot Cs \text{ 5 x Rp. 13.750}$$

$$E(Cs) = S \cdot Cs \text{ Rp. 68.750/jam}$$

dengan ketentuan:

$$S = 5 \text{ orang}$$

$C_s = \text{Rp. } 13.750$ (gaji karyawan = $\text{Rp. } 2.200.000 : 20 = \text{Rp. } 110.000$, per jam = $\text{Rp. } 110.000 : 8 = \text{Rp. } 13.750$)

Berdasarkan hasil perhitungan, maka pengeluaran yang harus dikeluarkan oleh perusahaan adalah sebesar = $\text{Rp. } 68.750$.

4.9 Usulan Kebijakan Penetapan Jumlah Operator Optimal

Setelah melakukan simulasi dan analisa parameter-parameter sistem antrian yang ada, diperoleh perbandingan antara kondisi nyata saat ini dengan alternatif-alternatif yang telah diberikan. Tabel 4.16 adalah perbandingan hasil analisa simulasi yang telah dilakukan:

Tabel 4.16 Perbandingan Hasil Analisa Simulasi.

Penumpukan	Saat Ini	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Alternatif 4
ρ	92,55	92,56	92,56	88,63	72,652
Ls	23	20	34	4	1

Dari hasil perbandingan yang terlihat pada Tabel 5.1 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan angka pada hasil Ls. Hal ini dapat disimpulkan bahwa apabila perusahaan menggunakan alternatif 4 di mana pada alternatif ini dilakukan penggabungan stasiun kerja mesin las dan mesin *cleanning*, dan penambahan operator pada stasiun kerja pemasangan *hardware* sebanyak dua orang maka jumlah produk yang mengantri untuk diproses akan jauh berkurang.

Dalam upaya untuk meminimalkan antrian perusahaan, maka diperlukan juga perbandingan pengeluaran pada saat ini dan setelah dilakukannya perhitungan pengeluaran mulai dari alternatif 1 hingga alternatif 4 yang ditunjukkan pada Tabel 4.17 dibawah ini:

Tabel 4.17 Perbandingan Biaya Pengambilan Keputusan.

	Biaya (dalam rupiah)				
	Saat Ini	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Alternatif 4
Pengeluaran	12.978.750	11.291.250	17.492.500	2.305.000	68.750

Dari data diatas maka dapat disimpulkan bahwa alternatif 4 di mana menggabungkan stasiun kerja mesin las dan mesin *cleanning*, dan penambahan operator pada stasiun kerja pemasangan *hardware* sebanyak dua orang merupakan alternatif yang paling baik. Dimana hasil penghitungan sistem antrian menunjukan bahwa pada alternatif 4 tidak terdapat penumpukan *working process* dan besar biaya yang harus dikeluarkan adalah Rp. 68.750.

DAFTAR PUSTAKA

1. Shortle, J.F dkk. (2018). Fundamentals of Queueing Theory (5th ed.). Inc: John Wiley and Sons.
2. Febriani, D. & Sahid. (2018). Analisis Antrian Sistem Layanan Mandiri Pada SPBU Adicipto Yogyakarta. Journal Pendidikan Matematika dan Sains, Vol 7, No 3.
3. Rahayu, U. S., Wasono, R., & Utami, T. W. (2017). Analisis Sistem Antrian Model Multi Phase-Multi Channel Pada Sentra Pelayanan Kios 3 In 1 BBPLK Semarang. Seminar Nasional Pendidikan, Sains dan Teknologi, ISBN 978-602-61599-6-0 (pp. 323-330). Semarang: Universiats Muhammadiyah Semaraang.
4. Sari, N. S. (2014). Analisis Proses Antrian Multiple Channel Single Phase Di Loker Administrasi dan Rawat Jalan RSUP Dr. Kariadi Semarang. Unnes Journal of Mathematics, Vol 3 No 1, ISSN 2252-6943, 1-6.
5. Feriyanto, E. J., Insani, N. & Subekti, R. (2016). Optimasi Pelayanan Antrian Multi Channel (M/M/c) Pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) Sagan Yogyakarta. Journal Pendidikann Matematika & Sains. H
6. Artiguna, P.P., Sugito, & Hoyyi, A. (2014). Analisis Sistem Antrian pada Layanan Pengurusan Pasport di Kantor Imigrasi Kelas I Semarang. Jurnal Gaussian, Vol. 3(4), 801-810.
7. Arum, P.R., Sugito. & Wulandari, Y. (2014). Analisis Sistem Antrian Pelayanan Nasabah Bank X Kantor Wilayah Semarang. Journal GAUSSIAN, Vol 3, No 4.
8. Lieberman, Hillier. (2008). Introduction to Operation Research (8th ed.). Inc. New York: The McGraw-Hill Companies.
9. Mikowati, Linda. (2010). Analisis Sistem Antrian pada Industri Pengolahan Roti (Studi Kasus di PT Nippon Indosari Corpindo). Skripsi. Jurusan Matematika Fakultas Teknologi Petanian. Institut Pertanian Bogor.
10. Setiawan, A., (2017). Analisis Data Statistik. Salatiga: Tisara Grafika.

11. Ilham, IB., Sugito & Yasin, H. 2015. Penentuan Model Antrian dan Pengukuran Kinerja Pelayanan Plasa Telkom Pahlawan Semarang. *Jurnal Gaussian* 3(2): 507-516.
12. Sugiyono, Susanto, A. (2015). Cara Mudah Belajar SPSS dan Lisrel Teori dan Aplikasi untuk Analisis Data Penelitian. Bandung: Alfabeta.
13. Taylor III, B.W. (2004). *Introduction to Management Science* (8th ed.). Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education-Prentice Hall,.
14. Wibowo, A., Ramadian, D. (2010). Model Simulasi Kinerja Produksi Teh untuk Minimisasi Work-In-Process, *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, Vol. 9(1), 7-12.
15. Heizer, Jay dan Barry Render. 2006. *Operation Management*. Salemba 4, Jakarta
16. Kakiay, Thomas J. 2003. *Pengantar Sistem Simulasi*. ANDI, Yogyakarta
17. Kakiay, Thomas J. 2004. *Dasar Teori Antrian Untuk Kehidupan Nyata*. ANDI, Yogyakarta
18. Penelitian Proses Pengepakan Produksi Berdasarkan Pendekatan Simulasi Antrian dengan Menggunakan Program Tora pada PT. Federal Karyatama
19. Taha, Hamdy A. 1997. *Riset Operasi: Suatu Pengantar*. Binarupa Aksara, Jakarta

LAMPIRAN 1

Data Jumlah Waktu Proses Stasiun Kerja Pemotongan

No	Waktu Proses (detik)
1	122
2	112
3	117
4	134
5	112
6	117
7	111
8	134
9	122
10	124
11	110
12	130
13	133
14	125
15	121
16	114
17	116
18	118
19	126
20	128
21	120
22	115
23	135
24	119
25	105
26	116
27	144
28	138
29	106
30	128

Data Jumlah Waktu Proses Stasiun Kerja Lubang Air

No	Waktu Proses (detik)
1	133
2	113
3	110
4	125
5	122
6	140
7	119
8	161
9	154
10	128
11	144
12	122
13	124
14	165
15	152
16	116
17	120
18	133
19	135
20	146
21	148
22	118
23	126
24	124
25	138
26	137
27	124
28	133
29	130
30	150

Data Jumlah Waktu Proses Stasiun Kerja Lubang Kunci/*Handle*

No	Waktu Proses (detik)
1	68
2	60
3	61
4	70
5	64
6	60
7	57
8	66
9	67
10	67
11	68
12	64
13	65
14	64
15	66
16	62
17	75
18	75
19	65
20	66
21	66
22	74
23	60
24	59
25	60
26	70
27	74
28	72
29	69
30	66

Data Jumlah Waktu Proses Stasiun Kerja Pengeboran

No	Waktu Proses (detik)
1	270
2	256
3	260
4	256
5	297
6	260
7	276
8	260
9	249
10	267
11	269
12	279
13	302
14	298
15	290
16	274
17	274
18	286
19	268
20	289
21	277
22	285
23	306
24	268
25	280
26	288
27	275
28	250
29	291
30	281

Data Jumlah Waktu Proses Stasiun Kerja Mesin Las

No	Waktu Proses (detik)
1	154
2	175
3	134
4	170
5	159
6	168
7	156
8	128
9	134
10	144
11	149
12	164
13	161
14	157
15	172
16	142
17	150
18	161
19	154
20	166
21	130
22	135
23	177
24	162
25	164
26	170
27	172
28	158
29	134
30	150

Data Jumlah Waktu Proses Stasiun Kerja Mesin *Cleanning*

No	Waktu Proses (detik)
1	91
2	112
3	88
4	102
5	113
6	81
7	90
8	82
9	86
10	94
11	96
12	105
13	76
14	80
15	83
16	91
17	96
18	100
19	88
20	84
21	99
22	98
23	81
24	90
25	80
26	86
27	91
28	88
29	84
30	95

Data Jumlah Waktu Proses Stasiun Kerja *Cleanning* Manual

No	Waktu Proses (detik)
1	645
2	686
3	667
4	670
5	681
6	658
7	645
8	650
9	655
10	679
11	680
12	689
13	699
14	667
15	645
16	650
17	646
18	637
19	660
20	654
21	678
22	682
23	667
24	661
25	690
26	692
27	671
28	648
29	678
30	680

Data Jumlah Waktu Proses Stasiun Kerja Pemasangan Karet

No	Waktu Proses (detik)
1	173
2	188
3	193
4	214
5	221
6	175
7	168
8	161
9	186
10	194
11	196
12	105
13	176
14	160
15	183
16	222
17	218
18	230
19	196
20	193
21	191
22	199
23	185
24	216
25	226
26	210
27	208
28	199
29	194
30	210

Data Jumlah Waktu Proses Stasiun Kerja Pemasangan Kaca

No	Waktu Proses (detik)
1	408
2	449
3	450
4	398
5	402
6	445
7	425
8	421
9	438
10	449
11	388
12	390
13	402
14	410
15	444
16	438
17	421
18	405
19	387
20	356
21	450
22	456
23	448
24	440
25	421
26	435
27	438
28	444
29	422
30	440

LAMPIRAN 2

Data Jumlah Kedatangan Produk Pada Hari Selasa

No	Waktu Datang	Waktu Interval Kedatangan(ΔT)
1	8:01:30	196
2	8:05:48	201
3	8:09:07	186
4	8:13:26	207
5	8:17:22	185
6	8:22:02	211
7	8:26:06	204
8	8:31:14	216
9	8:37:01	190
10	8:40:55	171
11	8:45:11	196
12	8:49:16	198
13	8:53:23	176
14	8:57:31	178
15	9:02:04	202
16	9:06:08	220
17	9:10:13	170
18	9:14:19	178
19	9:18:31	176
20	9:22:37	166
21	9:26:53	193
22	9:30:55	188
23	9:34:52	197
24	9:38:54	195
25	9:43:05	167
26	9:47:06	179
27	9:52:14	212
28	9:55:59	184
29	10:00:07	222
30	10:04:12	186
31	10:08:15	183
32	10:14:10	201
33	10:19:18	196
34	10:24:26	206
35	10:29:14	212
36	10:34:08	194

37	10:40:23	200
38	10:46:24	195
39	10:52:37	167
40	10:57:17	179
41	11:02:13	212
42	11:07:30	184
43	11:13:38	222
44	11:18:06	186
45	11:25:29	183
46	11:32:32	201
47	11:35:23	196
48	11:39:59	206
49	13:10:48	212
50	13:15:05	194
51	13:19:20	200
52	13:23:32	167
53	13:27:24	179
54	13:31:02	212
55	13:34:58	184
56	13:39:11	222
57	13:44:16	186
58	13:48:29	183
59	13:52:23	201
60	13:57:50	196
61	14:02:05	206
62	14:05:60	212
63	14:10:07	194
64	14:14:21	200
65	14:18:37	167
66	14:22:16	179
67	14:26:24	212
68	14:30:32	184
69	14:34:35	222
70	14:38:04	186
71	14:42:11	183
72	14:46:04	201
73	14:48:06	196
74	14:51:09	206
75	14:54:05	212

76	14:57:14	194
77	15:00:19	200
78	15:03:26	176
79	15:06:19	180
80	15:09:06	168
81	15:12:23	176
82	15:15:27	175
83	15:19:04	196
84	15:22:04	176
85	15:25:10	178
86	15:28:33	185
87	15:30:55	166
88	15:33:29	173
89	15:36:46	177
90	15:39:40	168
91	15:43:58	182
92	15:47:09	189
93	15:50:10	174
94	15:53:22	190
95	15:57:10	195
96	16:00:20	181
97	16:04:01	196
98	16:07:41	197
99	16:10:31	166
100	16:13:54	201
101	16:15:22	162
102	16:18:02	164
103	16:20:45	156
104	16:23:56	176
105	16:27:04	177
106	16:33:10	170
107	16:36:06	175
108	16:39:13	183
109	16:42:04	167
110	16:45:28	206
111	16:48:33	181
112	16:51:51	194
113	16:54:01	182
114	16:57:42	200

Data Jumlah Kedatangan Produk Pada Hari Rabu

No	Waktu Datang	Waktu Interval Kedatangan(ΔT)
1	8:03:10	204
2	8:06:48	209
3	8:10:07	194
4	8:14:26	200
5	8:17:22	193
6	8:22:10	219
7	8:26:16	212
8	8:31:24	224
9	8:37:13	198
10	8:40:44	179
11	8:45:11	204
12	8:49:16	206
13	8:53:23	184
14	8:57:31	186
15	9:02:04	210
16	9:06:08	228
17	9:10:13	178
18	9:14:59	186
19	9:18:31	184
20	9:22:37	174
21	9:26:53	201
22	9:31:55	196
23	9:36:52	205
24	9:40:17	203
25	9:43:55	175
26	9:47:06	187
27	9:52:14	220
28	9:56:59	192
29	10:01:18	230
30	10:04:52	194
31	10:09:25	191
32	10:14:40	209
33	10:19:58	204
34	10:25:06	214

35	10:29:17	220
36	10:34:16	202
37	10:40:13	208
38	10:46:24	203
39	10:52:37	175
40	10:57:17	187
41	11:02:13	220
42	11:07:30	192
43	11:13:38	230
44	11:18:06	194
45	11:25:29	191
46	11:31:23	209
47	11:36:32	204
48	11:40:59	214
49	13:06:08	220
50	13:10:02	202
51	13:16:10	208
52	13:22:33	175
53	13:27:24	187
54	13:32:02	220
55	13:35:58	192
56	13:40:11	230
57	13:45:16	194
58	13:49:29	191
59	13:53:23	209
60	13:58:50	204
61	14:03:05	214
62	14:08:15	220
63	14:12:07	202
64	14:16:21	208
65	14:20:37	175
66	14:24:16	187
67	14:28:24	220
68	14:32:32	192
69	14:36:35	230
70	14:41:04	194
71	14:44:51	191
72	14:48:04	209
73	14:52:06	204

74	14:56:09	214
75	15:00:06	220
76	15:04:14	202
77	15:08:19	208
78	15:11:26	184
79	15:14:49	188
80	15:18:06	176
81	15:21:33	184
82	15:25:01	183
83	15:29:04	204
84	15:32:24	184
85	15:36:02	186
86	15:39:33	193
87	15:42:55	174
88	15:46:19	181
89	15:49:46	185
90	15:53:09	176
91	15:56:38	190
92	16:00:07	197
93	16:03:44	182
94	16:07:02	198
95	16:10:40	203
96	16:13:55	189
97	16:17:01	204
98	16:20:41	205
99	16:23:54	174
100	16:27:29	209
101	16:30:32	170
102	16:34:02	172
103	16:37:45	164
104	16:40:56	184
105	16:44:04	185
106	16:47:10	178
107	16:50:36	183
108	16:53:53	191
109	16:57:04	175
110	17:01:08	214
111	17:03:33	189

Data Jumlah Kedatangan Produk Pada Hari Kamis

No	Waktu Datang	Waktu Interval Kedatangan(ΔT)
1	8:00:10	194
2	8:03:48	199
3	8:07:07	184
4	8:10:26	190
5	8:13:32	183
6	8:16:56	209
7	8:20:06	190
8	8:23:24	194
9	8:26:39	188
10	8:29:44	179
11	8:33:11	194
12	8:36:16	196
13	8:39:23	174
14	8:42:31	176
15	8:46:04	200
16	8:49:38	198
17	8:52:53	168
18	8:55:59	176
19	8:59:31	174
20	9:02:37	164
21	9:05:53	191
22	9:09:10	186
23	9:12:52	195
24	9:16:17	193
25	9:19:55	185
26	9:23:06	177
27	9:27:14	210
28	9:30:59	182
29	9:34:18	220
30	9:37:52	184
31	9:40:55	181
32	9:44:03	199
33	9:47:28	194
34	9:50:56	204
35	9:54:07	210
36	9:57:26	192

37	10:01:13	198
38	10:05:24	193
39	10:08:37	175
40	10:12:17	177
41	10:16:13	210
42	10:19:30	182
43	10:23:38	220
44	10:28:06	184
45	10:31:29	181
46	10:31:23	199
47	10:36:32	194
48	10:40:59	204
49	10:44:15	182
50	10:48:52	210
51	10:53:01	203
52	10:56:27	188
53	10:59:55	191
54	11:03:06	198
55	11:06:35	187
56	11:09:42	180
57	11:13:10	196
58	11:16:21	182
59	11:20:01	200
60	11:23:44	202
61	11:27:08	180
62	11:30:22	192
63	11:33:33	191
64	11:38:04	215
65	11:42:25	193
66	13:04:08	210
67	13:08:02	192
68	13:12:10	198
69	13:16:33	185
70	13:20:24	177
71	13:24:02	210
72	13:27:58	182
73	13:31:11	220
74	13:34:16	184
75	13:37:29	181

76	13:41:23	199
77	13:44:50	194
78	13:48:45	204
79	13:52:41	210
80	13:56:07	192
81	13:59:21	198
82	14:03:37	193
83	14:07:16	194
84	14:11:24	184
85	14:14:32	196
86	14:18:35	193
87	14:22:04	184
88	14:25:51	185
89	14:29:24	186
90	14:33:06	176
91	14:38:09	191
92	14:32:06	196
93	14:35:24	183
94	14:39:19	195
95	14:42:26	200
96	14:45:49	190
97	14:49:06	201
98	14:52:33	202
99	14:55:31	180
100	14:59:04	208
101	15:02:24	174
102	15:06:02	176
103	15:10:33	203
104	15:14:55	204
105	15:18:19	171
106	15:21:46	175
107	15:25:09	166
108	15:28:38	180
109	15:32:07	187
110	15:35:44	172
111	15:39:02	188
112	15:42:40	193
113	15:45:55	179
114	15:49:01	194

115	15:52:41	195
116	16:04:54	224
117	16:09:29	199
118	16:14:32	210
119	16:19:02	182
120	16:23:45	194
121	16:28:12	201
122	16:33:54	214

Data Jumlah Kedatangan Produk Pada Hari Jumat

No	Waktu Datang	Waktu Interval Kedatangan(ΔT)
1	8:01:25	198
2	8:05:44	203
3	8:09:03	188
4	8:13:22	209
5	8:17:18	187
6	8:21:58	213
7	8:26:02	206
8	8:31:10	218
9	8:36:57	192
10	8:40:51	173
11	8:45:07	198
12	8:49:12	200
13	8:53:19	178
14	8:57:27	180
15	9:01:59	204
16	9:06:04	222
17	9:10:09	172
18	9:14:15	180
19	9:18:27	178
20	9:22:33	168
21	9:26:49	195
22	9:30:51	190
23	9:34:48	199
24	9:38:50	200
25	9:43:01	172
26	9:47:02	184
27	9:52:10	217
28	9:55:55	189

29	10:00:03	227
30	10:04:08	191
31	10:08:11	188
32	10:14:06	206
33	10:19:14	201
34	10:24:22	211
35	10:29:10	217
36	10:34:04	199
37	10:40:15	205
38	10:46:20	200
39	10:52:33	172
40	10:57:13	184
41	11:02:09	217
42	11:07:26	189
43	11:13:34	227
44	11:18:02	191
45	11:25:25	188
46	11:32:28	206
47	11:35:19	201
48	11:39:55	211
49	13:09:44	217
50	13:14:11	199
51	13:18:16	205
52	13:22:28	172
53	13:26:20	184
54	13:29:58	217
55	13:33:24	186
56	13:38:17	224
57	13:43:22	188
58	13:47:25	185
59	13:51:19	203
60	13:56:46	198
61	14:01:11	208
62	14:04:56	214
63	14:09:21	196
64	14:13:17	202
65	14:17:12	169
66	14:21:12	181
67	14:25:20	214

68	14:29:28	186
69	14:33:31	224
70	14:37:44	188
71	14:41:07	185
72	14:44:39	203
73	14:47:02	198
74	14:51:05	208
75	14:54:01	214
76	14:57:10	196
77	15:00:15	202
78	15:03:22	178
79	15:05:45	182
80	15:09:02	170
81	15:12:22	178
82	15:15:36	177
83	15:18:51	198
84	15:22:04	178
85	15:25:13	180
86	15:28:37	187
87	15:31:55	178
88	15:34:29	175
89	15:37:46	179
90	15:40:40	170
91	15:43:58	184
92	15:47:19	191
93	15:50:31	176
94	15:53:44	192
95	15:56:57	197
96	15:59:59	179
97	16:03:01	198
98	16:06:31	199
99	16:09:53	168
100	16:12:54	176
101	16:15:22	164
102	16:18:02	166
103	16:21:45	158
104	16:24:56	178
105	16:28:04	179
106	16:31:10	172

107	16:34:06	175
108	16:37:13	185
109	16:40:04	169
110	16:43:28	188
111	16:47:33	183
112	16:50:51	196
113	16:54:01	184
114	16:57:12	182
115	17:00:10	176
116	17:03:36	194

LAMPIRAN 3

Data Jumlah Produk yang Terlayani Hari Selasa

No	Waktu			Operator	Waktu Interval Pelayanan(ΔT)
	Datang	Mulai	Selesai		
1	8:01:01	8:01:17	8:18:49	A	1044
2	8:03:20	8:03:34	8:21:36	B	1102
3	8:05:49	8:06:03	8:25:18	C	1155
4	8:12:58	8:19:00	8:36:05	A	1025
5	8:16:54	8:21:47	8:37:08	B	981
6	8:21:58	8:25:30	8:39:40	C	850
7	8:25:48	8:36:16	8:53:21	A	1025
8	8:30:46	8:39:50	8:57:01	B	1031
9	8:36:33	8:39:51	8:56:39	C	1008
10	8:40:27	8:53:32	9:13:31	A	1139
11	8:44:43	8:57:11	9:14:21	B	1032
12	8:48:48	8:56:48	9:14:20	C	1052
13	8:52:55	9:13:41	9:29:33	A	944
14	8:57:03	9:14:28	9:30:35	B	967
15	9:01:35	9:14:31	9:29:47	C	936
16	9:05:40	9:29:44	9:45:11	A	867
17	9:09:45	9:30:46	9:44:54	B	848
18	9:13:51	9:29:56	9:44:08	C	852
19	9:18:03	09:45:22	09:58:54	A	812
20	9:22:08	09:45:06	09:58:41	B	815
21	9:26:25	09:44:20	09:57:46	C	806
22	9:30:27	09:59:05	10:12:34	A	809
23	9:34:24	09:58:52	10:12:42	B	830
24	9:38:26	09:57:56	10:11:40	C	824
25	9:42:47	10:12:41	10:26:42	A	901
26	9:47:02	10:12:54	10:27:38	B	884
27	9:51:46	10:11:52	10:26:06	C	854

28	9:55:31	10:26:5 0	10:42:0 6	A	916
29	09:59:3 9	10:27:4 7	10:42:3 9	B	892
30	10:03:4 6	10:26:1 5	10:41:2 1	C	906
31	10:07:4 7	10:42:1 8	10:56:0 5	A	827
32	10:13:4 2	10:42:5 0	10:56:4 0	B	810
33	10:18:5 0	10:41:3 1	10:55:0 2	C	811
34	10:23:5 8	10:56:1 6	11:14:1 9	A	1083
35	10:28:4 6	10:56:5 2	11:13:4 4	B	1112
36	10:31:4 0	10:55:1 3	11:12:1 8	C	1125
37	10:39:5 1	11:14:2 6	11:31:4 1	A	1135
38	10:45:5 6	11:13:5 5	11:31:0 9	B	1134
39	10:52:0 9	11:12:3 1	11:30:4 5	C	1094
40	10:56:4 9	11:31:5 1	11:49:5 2	A	1081
41	11:01:4 5	11:31:2 0	11:49:3 1	B	1091
42	11:07:0 2	11:30:5 7	11:49:0 6	C	1089
43	11:13:1 0	11:50:0 3	12:07:2 7	A	1043
44	11:17:3 8	11:49:4 2	12:06:5 8	B	1036
45	11:25:0 1	11:49:1 6	12:07:1 6	C	1080
46	11:32:0 4	13:00:1 3	13:18:0 2	A	1069

47	11:34:5 5	13:00:2 1	13:17:3 9	B	1038
48	11:39:3 1	13:00:1 4	13:18:2 8	C	1094
49	13:10:2 0	13:18:1 2	13:37:4 3	A	1171
50	13:14:3 7	13:17:5 0	13:37:1 8	B	1162
51	13:18:5 2	13:18:4 0	13:37:1 9	C	1119
52	13:23:0 4	13:37:5 4	13:57:0 6	A	1152
53	13:26:5 6	13:37:2 9	13:56:3 5	B	1146
54	13:30:3 4	13:37:3 0	13:56:3 2	C	1142
55	13:34:3 0	13:57:1 7	14:14:5 3	A	1060
56	13:38:4 3	13:56:4 6	14:14:4 6	B	1080
57	13:43:4 8	13:56:4 3	14:14:5 1	C	1088
58	13:48:0 1	14:15:0 0	14:32:1 8	A	1038
59	13:51:5 5	14:14:5 7	14:32:2 1	B	1044
60	13:57:2 2	14:15:0 2	14:32:2 5	C	1043
61	14:01:3 7	14:32:3 0	14:49:2 5	A	1015
62	14:05:3 2	14:32:3 1	14:48:5 2	B	981
63	14:09:3 9	14:32:3 6	14:49:0 1	C	985
64	14:13:5 3	14:49:3 6	15:05:0 1	A	926
65	14:18:0 9	14:49:0 5	15:04:4 5	B	940

66	14:21:4 8	14:49:1 2	15:05:1 2	C	960
67	14:25:5 6	15:05:1 1	15:24:0 6	A	1135
68	14:30:0 4	15:04:5 6	15:24:0 6	B	1150
69	14:34:0 7	15:05:2 1	15:22:2 2	C	1021
70	14:37:3 6	15:24:1 7	15:43:2 3	A	1146
71	14:41:4 3	15:24:1 8	15:43:3 1	B	1153
72	14:45:3 5	15:23:0 1	15:42:5 1	C	1190
73	14:49:4 0	15:43:3 7	16:01:3 7	A	1080
74	14:54:0 1	15:43:4 2	16:01:3 9	B	1077
75	14:58:1 1	15:43:0 5	16:02:4 6	C	1033
76	15:01:5 5	16:01:5 0	16:20:3 2	A	1006
77	15:05:3 8	16:01:5 1	16:21:5 2	B	1152
78	15:09:2 2	16:03:0 0	16:24:1 4	C	987
79	15:13:1 3	16:20:4 4	16:37:0 6	A	1048

Data Jumlah Produk yang Terlayani Hari Rabu

No	Waktu			Operato r	Waktu Interval Pelayanan(ΔT)
	Datang	Mulai	Selesai		
1	8:05:05	8:05:21	8:18:52	A	1162
2	8:08:25	8:08:37	8:21:40	B	1220
3	8:10:54	8:11:08	8:25:12	C	1273
4	8:18:03	8:24:11	8:36:05	A	1143
5	8:21:58	8:21:51	8:37:08	B	1099
6	8:27:04	8:25:34	8:39:45	C	968
7	8:31:52	8:36:21	8:53:15	A	1143

8	8:36:50	8:39:50	8:56:50	B	1149
9	8:42:37	8:39:51	8:56:39	C	1126
10	8:46:31	8:53:32	9:13:35	A	1257
11	8:50:47	8:57:11	9:14:25	B	1150
12	8:55:54	8:56:48	9:14:24	C	1170
13	8:57:59	9:13:41	9:29:37	A	1062
14	9:02:07	9:14:28	9:30:39	B	1085
15	9:06:39	9:14:31	9:29:51	C	1054
16	9:10:44	9:29:44	9:45:14	A	985
17	9:14:49	9:30:46	9:44:54	B	966
18	9:18:56	9:29:56	9:44:13	C	970
19	9:23:08	09:45:2 2	09:58:5 7	A	880
20	9:27:13	09:45:0 6	09:58:4 6	B	883
21	9:31:29	09:44:2 0	09:57:5 0	C	869
22	9:34:31	09:59:0 5	10:12:3 7	A	877
23	9:39:28	09:58:5 2	10:12:4 7	B	908
24	9:43:30	09:57:5 6	10:11:4 4	C	912
25	9:47:51	10:12:4 1	10:26:4 6	A	969
26	9:42:07	10:12:5 4	10:27:4 2	B	957
27	9:55:50	10:11:5 2	10:26:1 1	C	972
28	10:01:3 6	10:26:5 0	10:42:1 1	A	1034
29	10:05:4 4	10:27:4 7	10:42:4 2	B	1010
30	10:09:5 0	10:26:1 5	10:41:2 6	C	1024
31	10:13:5 1	10:42:1 8	10:56:1 1	A	855
32	10:19:4 7	10:42:5 0	10:56:4 4	B	838

33	10:24:5 4	10:41:3 1	10:55:0 6	C	836
34	10:30:0 3	10:56:1 6	11:14:2 3	A	1159
35	10:34:5 1	10:56:5 2	11:13:4 7	B	1188
36	10:37:4 4	10:55:1 3	11:12:2 3	C	1201
37	10:45:5 5	11:14:2 6	11:31:4 6	A	1211
38	10:42:0 1	11:13:5 5	11:31:1 6	B	1210
39	10:58:1 3	11:12:3 1	11:30:5 0	C	1170
40	11:02:5 4	11:31:5 1	11:49:3 6	A	1258
41	11:07:4 9	11:31:2 0	11:49:3 5	B	1267
42	11:13:0 6	11:30:5 7	11:49:1 1	C	1265
43	11:19:1 4	11:49:0 3	12:07:3 1	A	1219
44	11:23:4 4	11:49:4 2	12:07:0 4	B	1312
45	11:31:0 7	11:49:1 6	12:07:2 0	C	1256
46	11:38:1 1	13:06:1 3	13:26:3 1	A	1245
47	11:44:5 9	13:06:2 1	13:26:4 4	B	1268
48	11:49:3 6	13:06:1 4	13:26:1 7	C	1224
49	13:10:2 4	13:26:5 2	1347:46	A	1262
50	13:14:4 2	13:26:5 7	13:47:2 3	B	1257
51	13:18:5 7	13:26:3 0	13:47:5 8	C	1272

52	13:23:0 8	13:48:1 4	13:07:5 5	A	1178
53	13:27:0 2	13:48:1 9	13:07:2 4	B	1172
54	13:30:3 7	13:48:1 0	13:07:2 1	C	1168
55	13:34:4 1	13:08:1 7	14:26:2 6	A	1186
56	13:38:5 2	13:08:1 6	14:26:4 5	B	1106
57	13:43:5 5	13:08:1 3	14:26:5 0	C	1114
58	13:48:0 6	14:27:0 0	14:45:2 4	A	1111
59	13:53:0 2	14:27:0 7	14:45:2 6	B	1170
60	13:57:2 7	14:27:0 2	14:45:2 9	C	1169
61	14:01:4 2	14:46:3 0	14:05:1 4	A	1141
62	14:05:3 6	14:46:3 1	14:04:5 5	B	1086
63	14:09:4 4	14:46:3 6	14:04:5 0	C	1090
64	14:13:5 9	14:05:3 6	15:22:5 1	A	1031
65	14:18:1 4	14:05:3 5	15:24:0 4	B	1145
66	14:21:5 3	14:05:4 2	15:22:2 9	C	934
67	14:27:0 4	15:23:1 7	15:42:0 1	A	1211
68	14:30:1 0	15:24:2 6	15:43:2 5	B	1176
69	14:34:1 3	15:23:1 4	15:42:2 6	C	1113
70	14:37:4 6	15:43:0 7	16:02:1 2	A	1174

71	14:41:53	15:43:38	16:02:20	B	1181
72	14:45:40	15:43:01	16:02:40	C	1188
73	14:49:47	16:03:37	16:21:06	A	1066
74	14:54:06	16:03:48	16:20:04	B	1011
75	14:59:16	16:03:11	16:19:48	C	997
76	15:03:02	16:21:17	16:37:23	A	966
77	15:08:11	16:20:54	16:37:11	B	977
78	15:12:24	16:20:10	16:36:40	C	990
79	15:17:02	16:37:06	16:43:30	C	1064

Data Jumlah Produk yang Terlayani Hari Kamis

No	Waktu			Operator	Waktu Interval Pelayanan(ΔT)
	Datang	Mulai	Selesai		
1	8:01:05	8:01:21	8:18:52	A	1033
2	8:03:25	8:03:37	8:21:40	B	1091
3	8:05:54	8:06:08	8:25:12	C	1144
4	8:13:03	8:19:11	8:36:05	A	1014
5	8:16:58	8:21:51	8:37:08	B	970
6	8:22:04	8:25:34	8:39:45	C	839
7	8:25:52	8:36:21	8:53:15	A	1014
8	8:30:50	8:39:50	8:56:50	B	1020
9	8:36:37	8:39:51	8:56:39	C	997
10	8:40:31	8:53:32	9:13:35	A	1128
11	8:44:47	8:57:11	9:14:25	B	1021
12	8:48:54	8:56:48	9:14:24	C	1041
13	8:52:59	9:13:41	9:29:37	A	933
14	8:57:07	9:14:28	9:30:39	B	956
15	9:01:39	9:14:31	9:29:51	C	925
16	9:05:44	9:29:44	9:45:14	A	856
17	9:09:49	9:30:46	9:44:54	B	850

18	9:13:56	9:29:56	9:44:13	C	854
19	9:18:08	09:45:2 2	09:58:5 7	A	814
20	9:22:13	09:45:0 6	09:58:4 6	B	817
21	9:26:29	09:44:2 0	09:57:5 0	C	808
22	9:30:31	09:59:0 5	10:12:3 7	A	811
23	9:34:28	09:58:5 2	10:12:4 7	B	832
24	9:38:30	09:57:5 6	10:11:4 4	C	826
25	9:42:51	10:12:4 1	10:26:4 6	A	890
26	9:47:07	10:12:5 4	10:27:4 2	B	873
27	9:51:50	10:11:5 2	10:26:1 1	C	843
28	9:55:36	10:26:5 0	10:42:1 1	A	905
29	09:59:4 4	10:27:4 7	10:42:4 2	B	881
30	10:03:5 0	10:26:1 5	10:41:2 6	C	895
31	10:07:5 1	10:42:1 8	10:56:1 1	A	816
32	10:13:4 7	10:42:5 0	10:56:4 4	B	799
33	10:18:5 4	10:41:3 1	10:55:0 6	C	800
34	10:24:0 3	10:56:1 6	11:14:2 3	A	1072
35	10:28:5 1	10:56:5 2	11:13:4 7	B	1101
36	10:31:4 4	10:55:1 3	11:12:2 3	C	1114
37	10:39:5 5	11:14:2 6	11:31:4 6	A	1124

38	10:46:0 1	11:13:5 5	11:31:1 6	B	1123
39	10:52:1 3	11:12:3 1	11:30:5 0	C	1083
40	10:56:5 4	11:31:5 1	11:49:5 6	A	1070
41	11:01:4 9	11:31:2 0	11:49:3 5	B	1080
42	11:07:0 6	11:30:5 7	11:49:1 1	C	1078
43	11:13:1 4	11:50:0 3	12:07:3 1	A	1032
44	11:17:4 4	11:49:4 2	12:07:0 4	B	1025
45	11:25:0 7	11:49:1 6	12:07:2 0	C	1069
46	11:32:1 1	13:00:1 3	13:18:0 6	A	1058
47	11:34:5 9	13:00:2 1	13:17:4 4	B	1027
48	11:39:3 6	13:00:1 4	13:18:3 3	C	1083
49	13:10:2 4	13:18:1 2	13:37:4 6	A	1160
50	13:14:4 2	13:17:5 0	13:37:2 3	B	1151
51	13:18:5 7	13:18:4 0	13:37:2 1	C	1108
52	13:23:0 8	13:37:5 4	13:57:1 0	A	1141
53	13:27:0 2	13:37:2 9	13:56:4 0	B	1135
54	13:30:3 7	13:37:3 0	13:56:3 6	C	1131
55	13:34:4 1	13:57:1 7	14:14:5 8	A	1049
56	13:38:5 2	13:56:4 6	14:14:5 4	B	1069

57	13:43:5 5	13:56:4 3	14:14:5 7	C	1077
58	13:48:0 6	14:15:0 0	14:32:2 4	A	1027
59	13:53:0 2	14:14:5 7	14:32:2 6	B	1033
60	13:57:2 7	14:15:0 2	14:32:2 9	C	1032
61	14:01:4 2	14:32:3 0	14:49:3 0	A	1004
62	14:05:3 6	14:32:3 1	14:48:5 5	B	970
63	14:09:4 4	14:32:3 6	14:49:0 8	C	974
64	14:13:5 9	14:49:3 6	15:05:0 5	A	915
65	14:18:1 4	14:49:0 5	15:04:5 1	B	929
66	14:21:5 3	14:49:1 2	15:05:1 8	C	949
67	14:26:0 4	15:05:1 1	15:24:0 6	A	1124
68	14:30:1 0	15:04:5 6	15:24:1 0	B	1139
69	14:34:1 3	15:05:2 1	15:22:2 6	C	1010
70	14:37:4 6	15:24:1 7	15:43:2 8	A	1135
71	14:41:5 3	15:24:1 8	15:43:3 7	B	1142
72	14:45:4 0	15:23:0 1	15:42:5 8	C	1179
73	14:49:4 7	15:43:3 7	16:01:4 2	A	1069
74	14:54:0 6	15:43:4 8	16:02:1 4	B	1066
75	14:58:1 6	15:43:1 1	16:02:5 1	C	1022

76	15:02:02	16:01:57	16:20:38	A	995
77	15:05:42	16:02:31	16:21:32	B	1141
78	15:09:28	16:04:06	16:20:20	C	976
79	15:14:19	16:20:55	16:38:12	A	1037
80	15:18:33	16:21:55	16:39:59	B	1089
81	15:25:30	16:20:41	16:39:45	C	1144

Data Jumlah Produk yang Terlayani Hari Jumat

No	Waktu			Operator	Waktu Interval Pelayanan(ΔT)
	Datang	Mulai	Selesai		
1	8:02:05	8:02:21	8:21:30	A	1149
2	8:02:25	8:02:37	8:22:44	B	1207
3	8:02:34	8:02:38	8:23:08	C	1260
4	8:15:03	8:22:11	8:41:01	A	1130
5	8:18:58	8:22:51	8:41:08	B	1086
6	8:24:04	8:24:14	8:40:29	C	955
7	8:27:52	8:41:21	9:00:11	A	1130
8	8:32:50	8:41:50	9:00:46	B	1136
9	8:38:37	8:41:51	9:00:24	C	1113
10	8:42:31	9:01:32	9:21:35	A	1244
11	8:46:47	9:01:11	9:20:28	B	1137
12	8:52:54	9:01:48	9:21:05	C	1157
13	8:54:59	9:21:41	9:39:10	A	1049
14	8:59:07	9:21:28	9:39:21	B	1072
15	9:03:39	9:21:31	9:38:51	C	1041
16	9:07:44	9:39:14	9:45:24	A	972
17	9:11:49	9:39:06	9:45:14	B	953
18	9:15:56	9:39:16	9:45:13	C	957
19	9:20:08	09:46:22	10:01:57	A	867
20	9:24:13	09:46:06	10:01:46	B	870

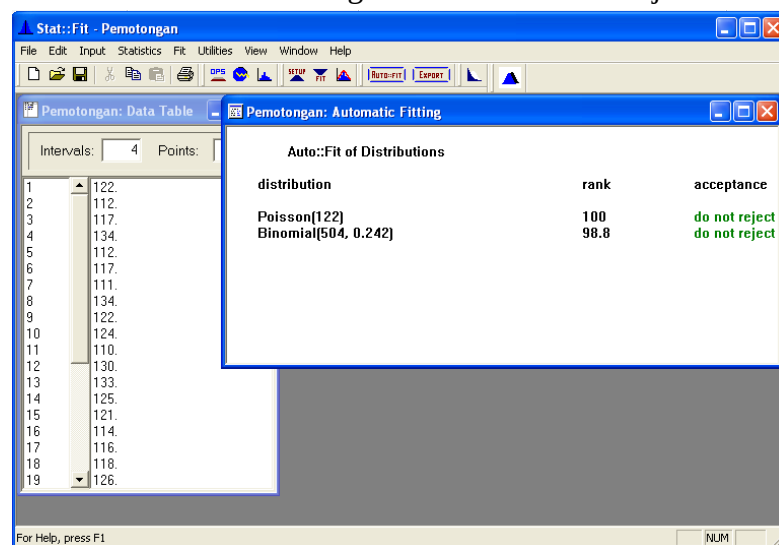
21	9:28:29	09:46:20	10:01:50	C	856
22	9:32:31	10:02:05	10:18:37	A	864
23	9:36:28	10:02:12	10:18:47	B	895
24	9:40:30	10:02:06	10:18:44	C	899
25	9:44:51	10:19:41	10:35:46	A	956
26	9:49:07	10:19:54	10:35:42	B	944
27	9:52:50	10:19:52	10:35:11	C	959
28	9:57:36	10:36:50	10:53:11	A	1021
29	10:01:44	10:36:47	10:53:42	B	997
30	10:05:50	10:36:15	10:53:26	C	1011
31	10:09:51	10:54:18	11:09:11	A	842
32	10:15:47	10:54:50	11:09:44	B	825
33	10:20:54	10:54:31	11:09:06	C	823
34	10:26:03	10:10:16	11:30:23	A	1197
35	10:30:51	10:10:52	11:30:47	B	1226
36	10:33:44	10:10:13	11:30:23	C	1239
37	10:41:55	11:31:26	11:51:46	A	1249
38	10:48:01	11:31:55	11:51:16	B	1248
39	10:54:13	11:31:31	11:51:50	C	1208

40	10:58:5 4	13:05:1 3	13:22:3 1	A	1296
41	11:03:4 9	13:05:2 1	13:22:4 4	B	1205
42	11:09:0 6	13:05:1 4	13:23:1 7	C	1203
43	11:15:1 4	13:22:5 2	13:37:4 6	A	1157
44	11:19:4 4	13:22:5 7	13:37:2 3	B	1250
45	11:27:0 7	13:23:3 0	13:41:5 8	C	1194
46	11:34:1 1	13:38:5 4	13:57:5 5	A	1183
47	11:36:5 9	13:38:2 9	13:57:2 4	B	1206
48	11:41:3 6	13:38:3 0	13:57:2 1	C	1162
49	13:12:2 4	13:58:1 7	14:15:2 6	A	1200
50	13:16:4 2	13:58:1 6	14:15:4 5	B	1195
51	13:20:5 7	13:58:1 3	14:15:5 0	C	1210
52	13:25:0 8	14:16:0 0	14:33:2 4	A	1078
53	13:29:0 2	14:16:0 7	14:33:2 6	B	1072
54	13:32:3 7	14:16:0 2	14:33:2 9	C	1068
55	13:36:4 1	14:33:3 0	14:50:1 4	A	1086
56	13:40:5 2	14:33:3 1	14:49:5 5	B	1006
57	13:45:5 5	14:33:3 6	14:49:5 0	C	1114
58	13:50:0 6	14:50:3 6	15:05:5 1	A	1111

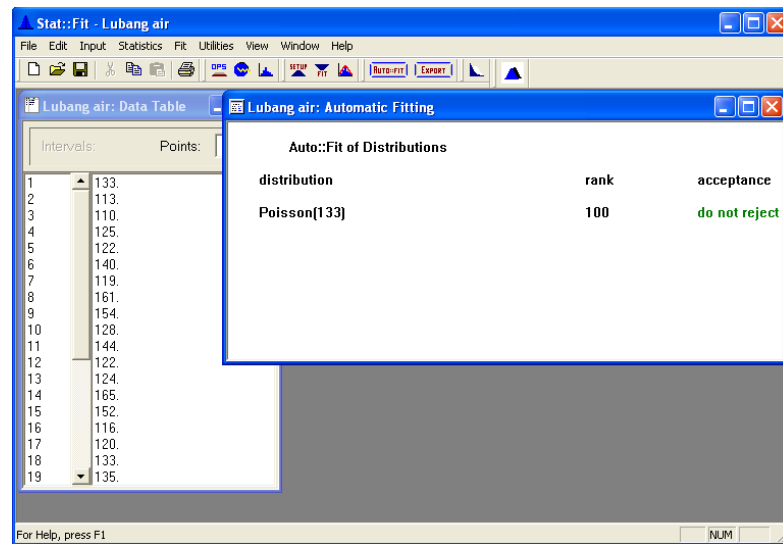
59	13:55:0 2	14:50:3 5	15:06:0 4	B	1170
60	13:59:2 7	14:50:4 2	15:06:2 9	C	1169
61	14:03:4 2	15:06:1 7	15:25:0 1	A	1141
62	14:07:3 6	15:06:2 6	15:25:2 5	B	1086
63	14:11:4 4	15:06:4 4	15:24:2 6	C	1090
64	14:15:5 9	15:25:1 7	15:44:1 2	A	1031
65	14:20:1 4	15:25:1 8	15:44:2 0	B	1245
66	14:23:5 3	15:25:0 1	15:44:4 0	C	915
67	14:28:0 4	15:45:3 7	16:03:0 6	A	1311
68	14:32:1 0	15:45:4 8	16:03:0 4	B	1276
69	14:36:1 3	15:45:1 1	16:03:0 1	C	1126
70	14:39:4 6	16:03:2 7	16:24:1 8	A	1251
71	14:43:5 3	16:03:2 5	16:24:2 3	B	1258
72	14:47:4 0	16:03:2 2	16:24:3 7	C	1265
73	14:51:4 7	16:24:3 0	16:43:3 3	A	1143
74	14:56:0 6	16:24:3 3	16:41:0 8	B	935
75	15:01:1 6	16:24:4 4	16:41:0 5	C	921
76	15:05:0 2	16:41:2 0	16:57:1 0	C	890

LAMPIRAN 4

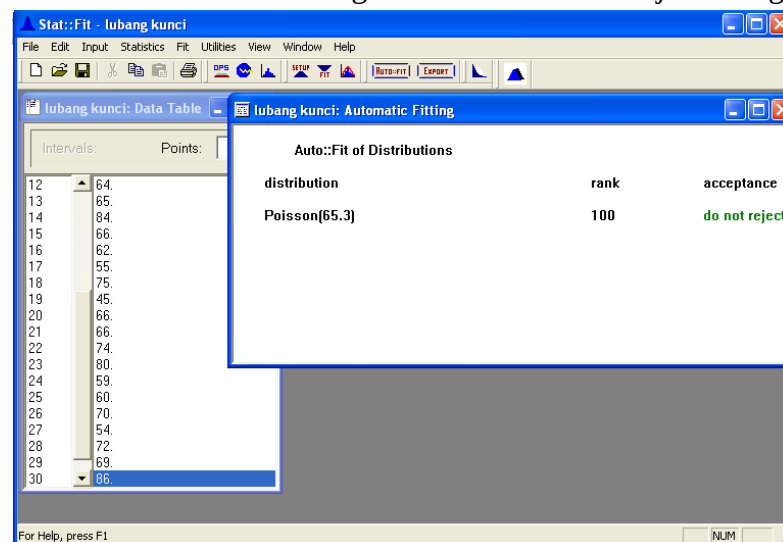
Pengujian Distribusi Jumlah Kedatangan Produk Stasiun Kerja Pemotongan



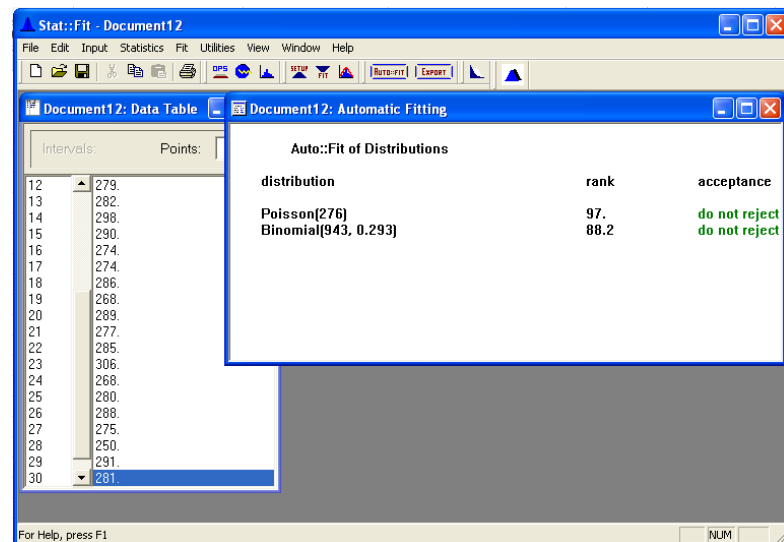
Pengujian Distribusi Jumlah Kedatangan Produk Stasiun Kerja Lubang Air



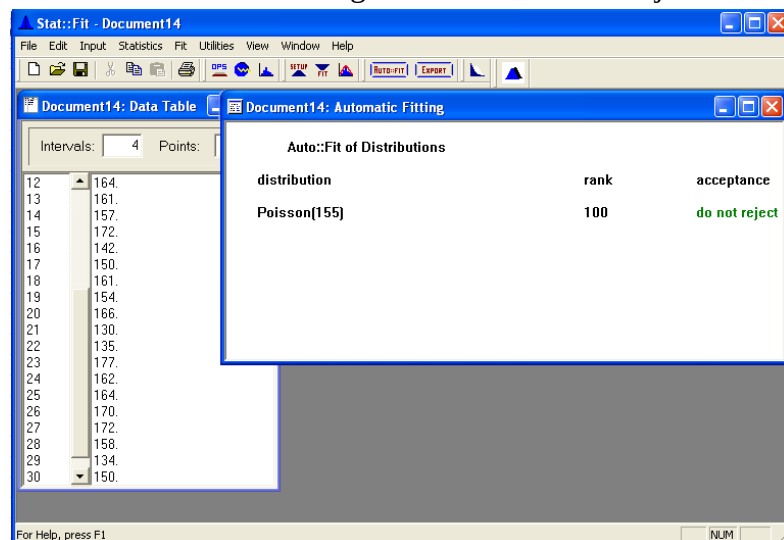
Pengujian Distribusi Jumlah Kedatangan Produk Stasiun Kerja Lubang Kunci



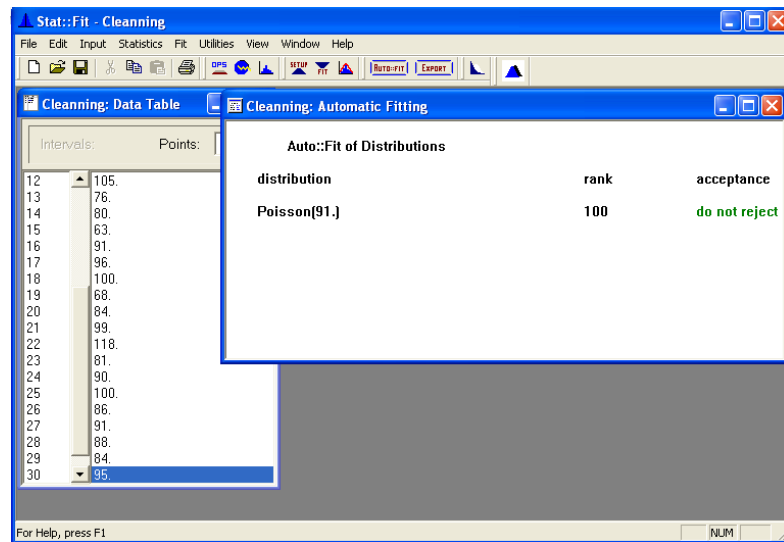
Pengujian Distribusi Jumlah Kedatangan Produk Stasiun Kerja Pengeboran



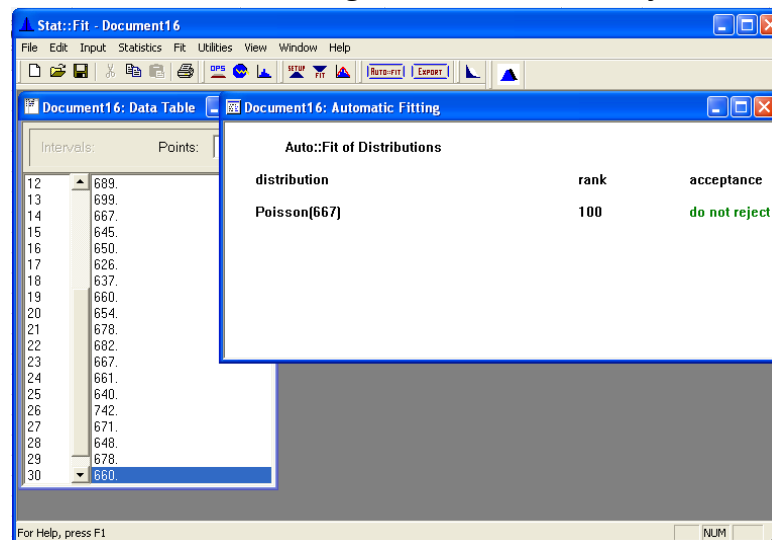
Pengujian Distribusi Jumlah Kedatangan Produk Stasiun Kerja Mesin Las



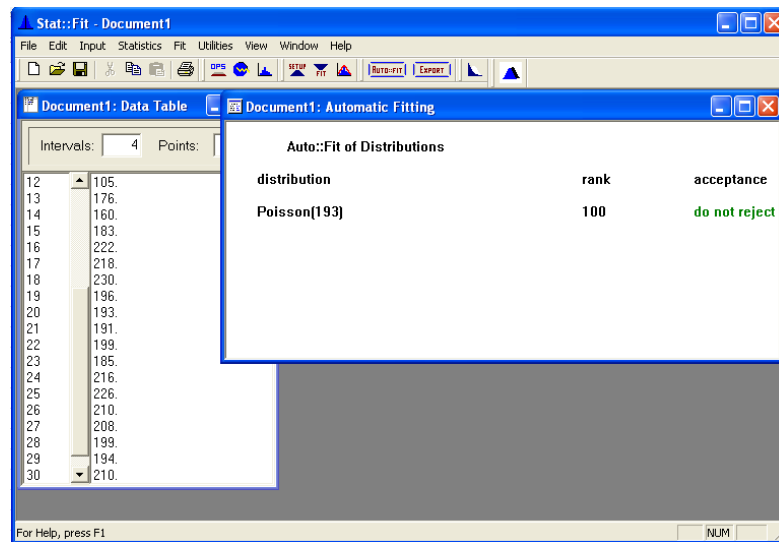
Pengujian Distribusi Jumlah Kedatangan Produk Stasiun Kerja Mesin *Cleanning*



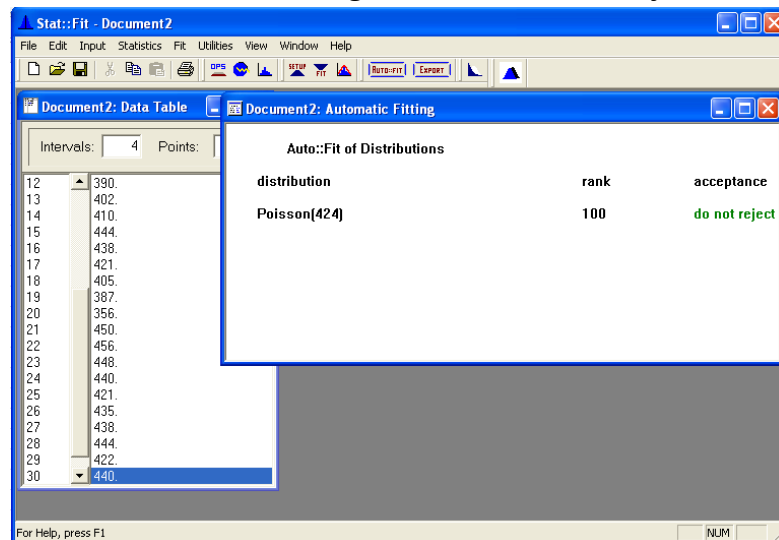
Pengujian Distribusi Jumlah Kedatangan Produk Stasiun Kerja *Cleaning* Manual



Pengujian Distribusi Jumlah Kedatangan Produk Stasiun Kerja Pemasangan Karet

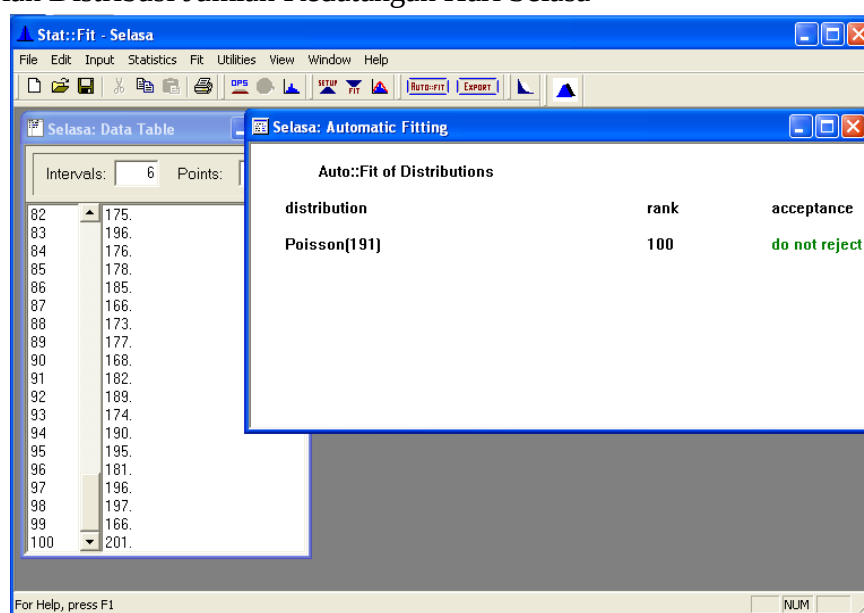


Pengujian Distribusi Jumlah Kedatangan Produk Stasiun Kerja Pemasangan Kaca

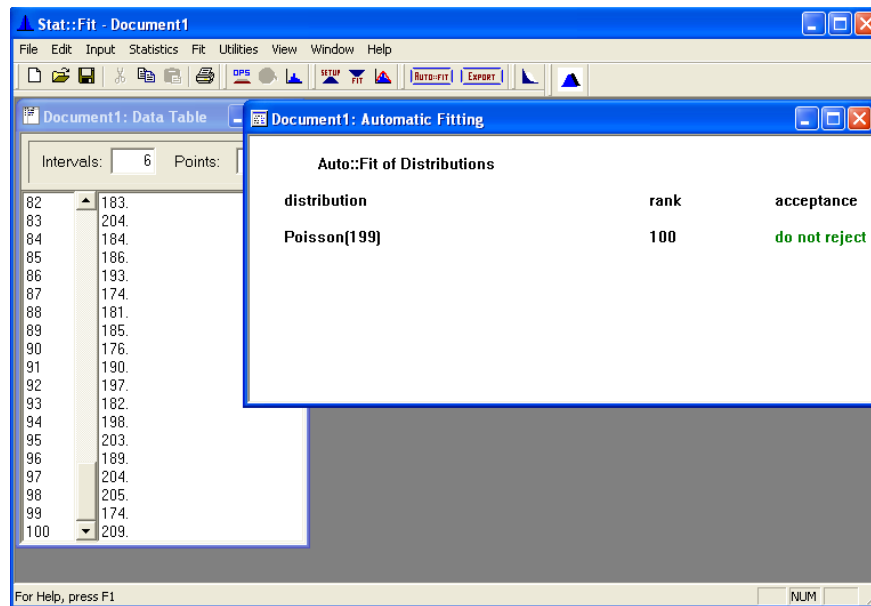


LAMPIRAN 5

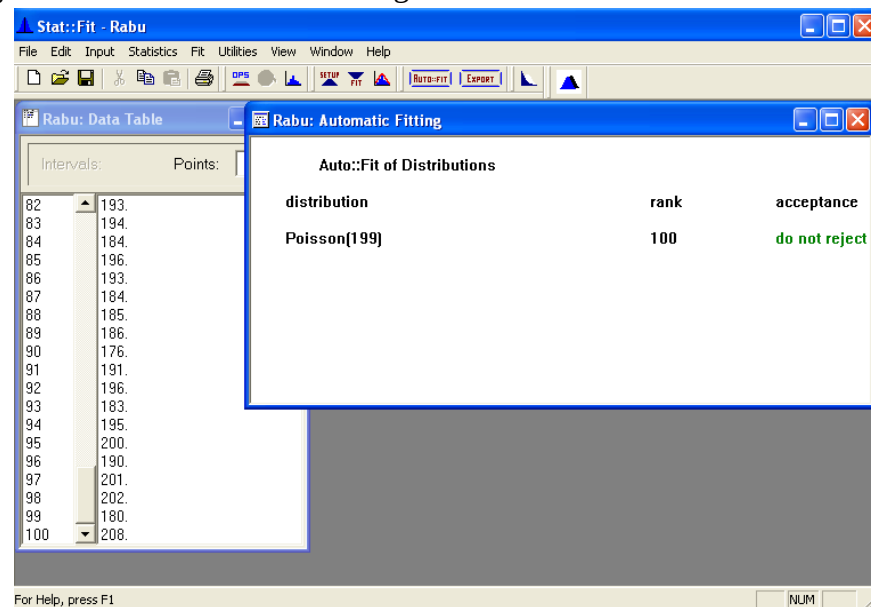
Pengujian Distribusi Jumlah Kedatangan Hari Selasa



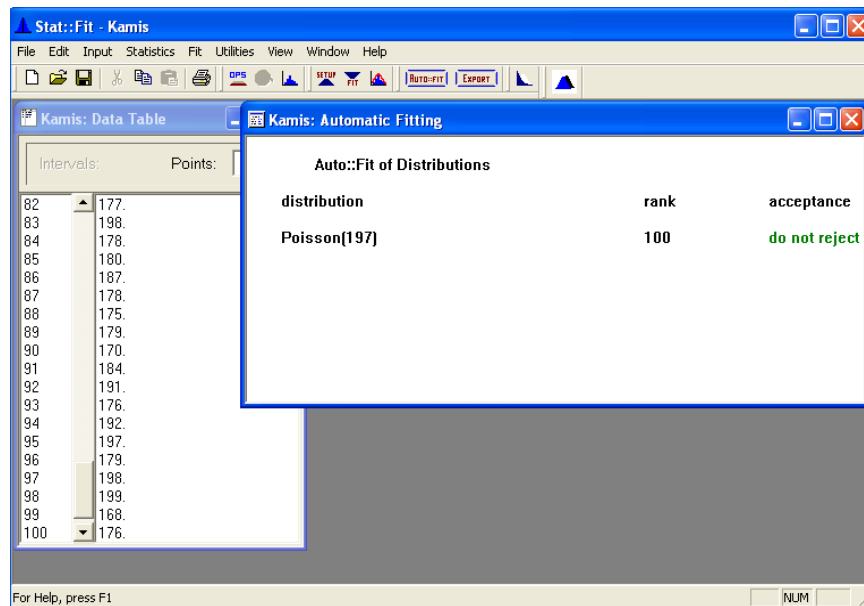
Pengujian Distribusi Jumlah Kedatangan Hari Rabu



Pengujian Distribusi Jumlah Kedatangan Hari Kamis

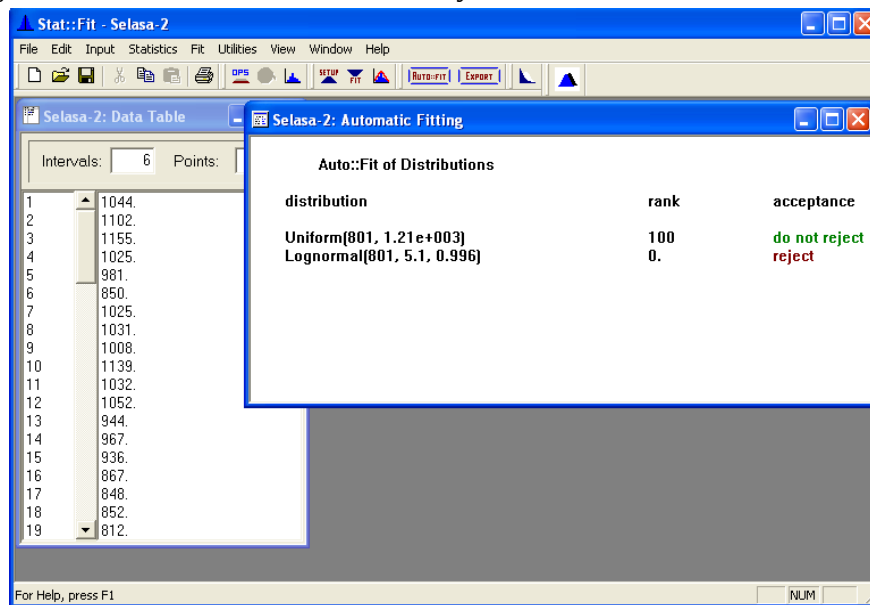


Pengujian Distribusi Jumlah Kedatangan Hari Jumat

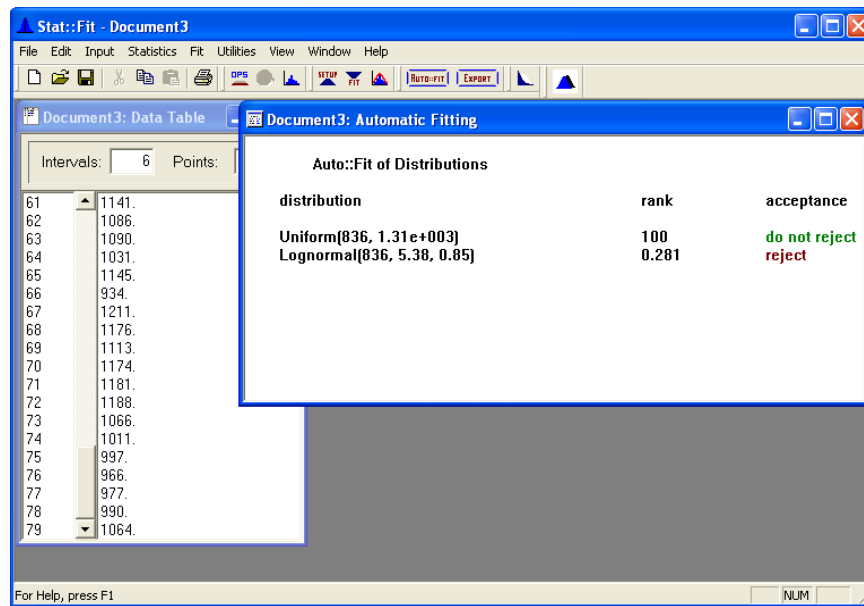


LAMPIRAN 6

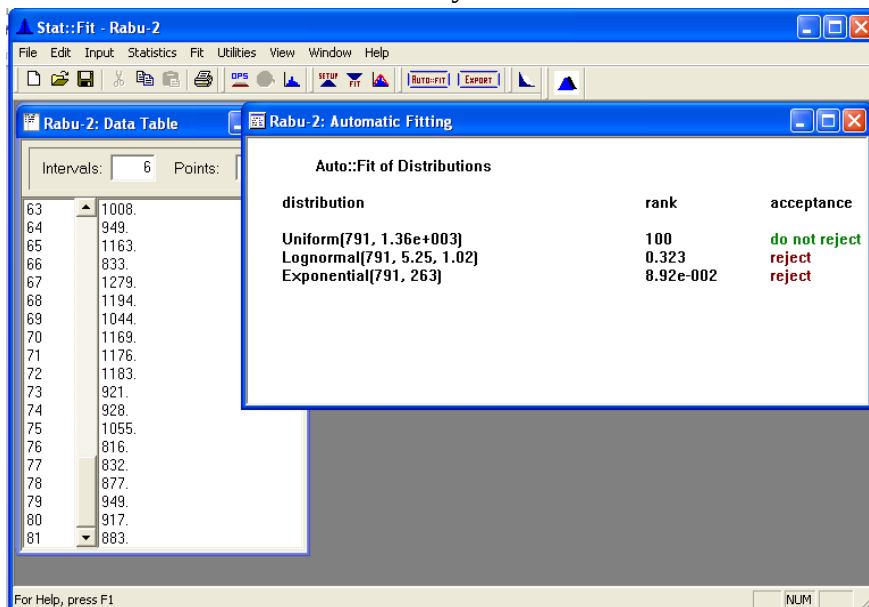
Pengujian Distribusi Jumlah Produk Terlayani Hari Selasa



Pengujian Distribusi Jumlah Produk Terlayani Hari Rabu



Pengujian Distribusi Jumlah Produk Terlayani Hari Kamis



Pengujian Distribusi Jumlah Produk Terlayani Hari Jumat

