

ISBN : 978 - 602 - 71459 - 0 - 0



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI DAN SAINS 2014

*“ Kesiapan Perguruan Tinggi dan Industri
Menyambut Pasar Bebas ASEAN ”*

Rabu, 8 Oktober 2014

**Auditorium Gedung M Lt. 8
Kampus I, Universitas Tarumanagara,
Jl. Let. Jend. S. Parman No.1 Jakarta Barat 11440**



DITERBITKAN OLEH :

**FAKULTAS TEKNIK, UNIVERSITAS TARUMANAGARA
Kampus I, Universitas Tarumanagara,
Jl. Let. Jend. S. Parman No.1 Jakarta Barat 11440**

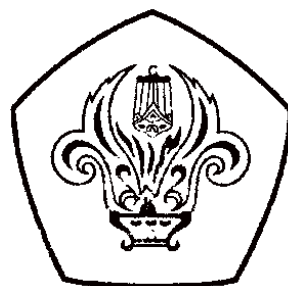
PROSIDING

SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI DAN SAINS 2014

ISBN: 978-602-71459-0-0

KESIAPAN PERGURUAN TINGGI DAN INDUSTRI MENYAMBUT PASAR BEBAS ASEAN

Auditorium Gedung Utama Kampus I
Universitas Tarumanagara
08 Oktober 2014



Diterbitkan oleh:
Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara
Jl. Let. Jend. S. Parman No. 1 Jakarta 11440
Telp. 021-5672548, 5663124, 5638335; Fax. 021-5663277
Website: www.tarumanagara.ac.id e-mail: ft@untar.ac.id

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Sambutan Dekan Fakultas Teknik	ii
Daftar Isi	iii
Susunan Panitia	vi
Susunan Acara	vii
Jadwal Presentasi	viii
Pembicara Kunci	
1. Indonesia Automotive Industry Moves Forward Welcoming Asean Economic Community (AEC) 2015, <i>I Made Dana M. Tangkas</i>	1
2. Kesiapan Perguruan Tinggi Menyambut Pasar Bebas ASEAN, <i>T. Yuri Zagloel</i>	15
Bidang Arsitektur	
1. Menjunjung Lokalitas Teknologi Dan Sains Bangunan Dalam Menghadapi Pasar Bebas, <i>Denny Husin</i>	1
2. Muatan Lokal dan Kreatifitas dalam Pendidikan di Jurusan Arsitektur, <i>Franky Liauw</i>	8
3. Metode Perancangan Kolaboratif Sebagai Alternatif Edukasi Arsitektur Dalam Arus Pasar Bebas Studi Kasus: Proses Perancangan Instalasi “Bamboo Tea-Ater”, <i>Klara Puspa Indrawati</i>	15
4. Kesiapan Sekolah Arsitektur dan Profesi Arsitek di Indonesia dalam Menghadapi Pasar Bebas ASEAN saat ini, <i>Priscilla Epifania A.</i>	24
5. “Time Sheet” Sebagai Alat Monitoring Pekerjaan, <i>Mekar Sari</i>	33
Bidang Teknik Sipil	
1. Efek Suhu Tinggi Terhadap Kapasitas Lentur Balok Beton Berserat Kawat Baja, <i>Antonius</i>	1
2. Perisai Radiasi Sinar Gamma dari Reactive Powder Concrete dengan Paduan Serbuk Timah Hitam (Pb) dan Pasir Besi Cilacap, <i>Widodo Kushartomo, F.X. Supartono, Jordy Pratama</i>	9
3. Pemanfaatan Limbah Cangkang Kepiting Sebagai Biokoagulan Untuk Pengolahan Limbah Cair Tenun Sarung Samarinda, <i>Muhammad Busyairi, Dwi Ermawati Rahayu, Sheila Aulia</i>	15
4. Model Intervensi Penangan Perilaku Berisiko Pengemudi Sepeda Motor Indonesia, <i>Rostiana, Leksmono Suryo Putranto, Sunu Bagaskara</i>	28
5. <i>Swelling Potensial</i> dan <i>Swelling Pressure</i> Tanah Berpotensi Ekspansif yang Distabilisasi di Laboratorium Menggunakan Campuran Kapur dan <i>Fly-Ash</i> , <i>Gregorius Sandjaja Sentosa, Aloysius Martinus, Aniek Prihatiningsih</i>	35
6. Model Identifikasi Faktor Pengaruh Terhadap Kinerja Industri Konstruksi (Studi Kasus: Pengaruh Indikator Sumber Daya Manusia Terhadap Kinerja Proyek Konstruksi di DKI Jakarta), <i>Basuki Anondho, Lydiawati Soelaiman, Meiske Y. Suparman</i>	44

Bidang Teknik Elektro

1. Analisis Dan Desain Infrastruktur Jaringan Wireless Di Universitas Telkom Dengan Metode Network Development Life Cycle, *Salman Ferozi, M. Teguh Kurniawan* 1

Bidang Teknik Mesin

1. Studi Eksperimental: Kekasaran Permukaan Hasil Proses Pengeboran Pada Material Skd-11 Dengan Menggunakan Parameter Yang Berbeda, *P.Y.M. Wibowo Ndaruhadi dan Bambang Santosa* 1
2. Pemanfaatan Hot- Press Sintering Pada Pembentukan Bahan Komposit Keramik, *Sobron Yamin Lubis* 7
3. Analisis Distribusi Perpindahan Kalor di Bagian Panas Untai Uji Sirkulasi NC-QUEEN Selama Proses Pemanasan, *Dian Ariswara, M. Hadi Kusuma, G.B. Heru, Joko Prasetio, Mulya Juarsa* 16
4. Studi Eksperimental Penurunan Temperatur Di Heater Selama Diaktifkannya Cooler Pada Simulasi Sistem Pasif NC-QUEEN II, *Yoga Subkhan Prasetyo, Julwan Hendry Purba, Joko Prasetio, G.B Heru, Mulya Juarsa* 22
5. Analisis Distribusi Temperatur Transien Pada Permukaan Semi-Spherical Selama Pendinginan Berdasarkan Temperatur Awal Pada Bagian HeaTiNG-03, *M Fahmi Ismardiansyah, Anhar Riza Antariksawan, G.B Heru, Mulya Juarsa* 29
6. Analisa Distribusi Temperatur Prototipe Hot Plate Press dengan Menggunakan Uap, *Harto Tanujaya, Stefanus Garry, dan I Made Kartika* 34
7. Studi Distribusi Temperatur Selama Pemanasan pada Permukaan Semi-Sphere Berdasarkan Temperatur Awal pada Bagian HeaTiNG-03, *Keis Jury Pribadi, Mulya Juarsa, Anhar Riza Antariksawan, G.B Heru* 39
8. Efek Perubahan Tegangan pada Heater Terhadap Temperatur Air Di Cooler pada Simulasi Sistem Pasif, *Imron, Muhamad Yulianto, Topan Setiadi, Joko Prasetio, G.B Heru, Mulya Juarsa* 44
9. Analisa Perubahan Temperatur Selama Proses Pemanasan Heater pada Sistem Pasif NC-QUEEN, *Aji Kusumah, Muhamad Yulianto, Topan Setiadipura, Joko Prasetio, G.B Heru, Mulya Juarsa* 51
10. Analisis Distribusi Perpindahan Kalor di Bagian Cooler Untai Uji Sirkulasi NC-QUEEN Selama Proses Pendinginan, *Moch. Ichsan Gunawan, Yogi Sirodz Gaos, G.B. Heru, Joko Prasetio, Mulya Juarsa* 56
11. Analisis Variasi Perubahan Daya Heater Terhadap Temperatur Air Di Bagian Heater Pada Simulasi Sistem Pasif NC-QUEEN, *Yuda Trimardana, Julwan Hendri Purba, Joko Prasetio, G.B Heru, Mulya Juarsa* 62
12. Literatur pada Loop Natural Circulation Untai Uji Beta Menggunakan RELAP, *Agus Maryadi, Surip Widodo, Muhamad Yulianto, Joko Prasetyo, Greg Bambang Heru, Mulya Juarsa* 69
13. Pemodelan Untai Uji Simulasi Sistem Pasif NC-QUEEN dengan Nodalisasi Menggunakan Software RELAP5, *Ferry Fedriyanto, Yogi Sirodz Gaos, Surip Widodo, Joko Prasetio, G.B Heru, Mulya Juarsa* 76
14. Permodelan Nodalisasi Software RELAP5 pada Alat Eksperimen Sistem Pasif Beta Loop Primer, *Defri Sulaeman, Surip Widodo, Joko Prasetio, G.B Heru, Mulya Juarsa* 82
15. Pengaruh Temperature Pengerolan dengan Reduksi Maksimum Terhadap Mampu Bentuk dan Sifat Mekanis Al-Cu, *Ardyanto, Erwin Siahaan* 89

16. Kekuatan Tarik Komposit Rotan Berlaminasi Fiberglass Epoksi, **Agustinus Purna Irawan** 101
17. Sifat Mekanis Komposit Serat Bambu dengan Menggunakan Dua Jenis Anyaman, **Sofyan Djamil** 105
18. Analisa Desain *Gasifier Downdraft* Menggunakan Umpan Limbah Kayu untuk Kapasitas Mesin 10 HP, **Hanang Agna Pradana Putra, Yogi Sirodz Gaoz, Leopold Oscar Newlan** 110

Bidang Teknik Industri

1. Optimalisasi Perencanaan dan Pengendalian Persediaan Bahan Baku Produk Baju Muslim di PT. XYZ, **Nunung Nurhasanah, Muhammad Aulia Taqwa, Syarif Hidayat, Laksmi Saraswati, Anela Septiani Zulfikar, Nida'ul Hasanati, Winangsari Pradani** 1
2. Pengendalian Kualitas Part *Cylinder Head* untuk Kijang Innova dan Fortuner dengan Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fuzzy FMEA (Studi Kasus PT. X), **Octavian Hidayat, I Wayan Sukania dan Adianto** 11
3. Perancangan *Lean Facility Layout* Menggunakan *Modified Single Linkage Clustering* pada Industri Farmasi, **Inaki Maulida Hakim, Ngabehi Marzuq** 19
4. Penjadwalan Produksi untuk Meminimalkan Total Waktu Penyelesaian Pekerjaan dengan Menggunakan Algoritma *Tabu Search* pada Industri Farmasi di Indonesia, **Inaki Maulida Hakim, Fatwa Dewi Widyani** 27
5. Usulan Perbaikan Kualitas Produk Pompa Air PS 128 BIT Menggunakan Metode Lean Six Sigma (Studi Kasus pada PT. Tirta Intimizu Nusantara), **Iphov Kumala Sriwana, Lithrone Laricha Salomon, Oktavianus William** 37
6. Analisis Pengukuran Kinerja Perusahaan dengan Metode *Performance Prism* dan *Scoring Objective Matrix* (OMAX) pada PT. X, **Adianto, M. Agung Saryatmo, dan Ardi S. Gunawan** 47
7. Rancangan Fasilitas Kerja Yang Ergonomis Pada Bagian Inspeksi Dan Pengemasan Pembuatan Sendok Plastik "Super" di HS Plastik, **Lamto Widodo, Ahmad, Sindy Irena Tendean** 57
8. Perancangan Jumlah Kasir Optimal dalam Peningkatan Kualitas Pelayanan dengan Model Antrian, **Ahmad, Iphov Kumala Sriwana** 67
9. Program Pemberdayaan Bank Sampah Masyarakat Berkelanjutan sebagai Salah Satu Penggerak Terwujudnya *Reverse Logistic* Manajemen Rantai Pasok Manufaktur Berkelanjutan, **Helena J Kristina** 76

PERANCANGAN JUMLAH KASIR OPTIMAL DALAM PENINGKATAN KUALITAS PELAYANAN DENGAN MODEL ANTRIAN

Ahmad¹⁾, Iphov Kumala Sriwana²⁾

¹⁾Dosen Teknik Industri Universitas Tarumanagara, Jakarta

²⁾Dosen Teknik Industri Universitas Esa Unggul, Jakarta

e-mail: ahmadmanbas@yahoo.com

Abstrak

Antrian menjadi pertimbangan pelanggan dalam memilih tempat berbelanja selain harga. Gerai Carrefour Mal Taman Palem merupakan salah satu tempat yang selalu dipadati pengunjung terutama pada akhir pekan sehingga sering terlihat antrian yang panjang pada bagian kasirnya. Sistem antrian yang berlaku disini adalah model Multi-Channel Single-Phase (M/M/S). Penelitian dilakukan untuk mengetahui jumlah kasir yang optimal dibuka pada berbagai kondisi pada jam-jam yang berbeda, yaitu kondisi sepi, sedang, dan ramai. Penentuan jumlah kasir melihat dari motto Carrefour yang akan membuka kasir tambahan apabila terdapat lebih dari dua antrian, pertimbangan biaya Carrefour untuk menggaji karyawannya, dan juga analisis biaya total yang didapat dari biaya menunggu dan biaya fasilitas. Setelah dilakukan perhitungan, tahapan akhir adalah dilakukan simulasi dengan Software ProModel. Berdasarkan hasil penelitian, jumlah kasir yang optimal dibuka pada jam sepi adalah 3-4 kasir dengan tingkat utilitas meningkat dari 20,63% menjadi 41,27% dan waktu menunggu dalam sistem sebesar 3 menit. Pada kondisi sedang adalah 12-13 kasir dengan tingkat utilitas tetap 77,22% dan waktu menunggu dalam sistem sebesar 4,2 menit. Pada kondisi ramai adalah 23-27 kasir dengan tingkat utilitas menurun dari 98,17% menjadi 89,63% dan waktu menunggu dalam sistem menurun dari 15,6 menit menjadi 5,4 menit.

Kata kunci : Sistem Antrian, Multi-Channel Single-Phase, Simulasi, ProModel

1. PENDAHULUAN

Antrian adalah suatu kejadian yang sering terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Salah satunya adalah antrian pada tempat perbelanjaan seperti pada Gerai Carrefour. Pokok masalah yang biasanya terjadi di tempat perbelanjaan adalah antrian yang dialami oleh pengunjung pada saat hendak melakukan pembayaran di kasir terutama pada akhir pekan atau hari libur nasional. Hal ini dikarenakan jumlah pengunjung yang datang akan lebih banyak daripada yang datang pada hari kerja atau *weekdays*.

Antrian adalah orang-orang atau barang dalam barisan yang sedang menunggu untuk dilayani (Heizer dan Render, 2005). Waktu menunggu yang terlalu lama sering menimbulkan ketidaknyamanan dari pengunjung. Pengunjung yang sudah tidak nyaman akan menimbulkan masalah yang serius bagi pengelola. Apalagi sekarang ini persaingan semakin ketat dengan menjamurnya tempat-tempat perbelanjaan baru berskala besar yang menjadi ancaman tersendiri bagi Carrefour.

Suatu studi menguji perilaku pelanggan menghadapi waktu tunggu dalam industri hotel dan restoran dan ditemukan bahwa lebih 70% dari keseluruhan responden secara jelas memperhatikan waktu tunggu. Lebih suka untuk membayar lebih untuk menghindari menunggu dalam antrian. Ini mengidentifikasikan bahwa antrian dapat mempengaruhi tingkat kepuasan pelanggan dan keinginan mereka untuk berbelanja (Nosek, 2005: 2).

Carrefour sebagai tempat perbelanjaan yang menerapkan sistem antrian, harus memperhatikan waktu pelanggan yang terbuang percuma saat mereka menunggu sebelum mendapatkan pelayanan. Satu hal yang tidak dapat dipungkiri adalah dengan pengurangan waktu tunggu dan mempercepat pelayanan akan mendatangkan biaya lebih salah satunya adalah menambah biaya gaji untuk tambahan kasir.

Penelitian ini dilakukan di Gerai Carrefour Mal Taman Palem dari tanggal 21 september 2013 sampai dengan 20 oktober 2013. Berdasarkan kondisi di gerai Carrefour, maka didapat perumusan masalah adalah: 1. Berapakah nilai Opportunity cost yang dihasilkan dari waktu mengantri konsumen di kasir? 2. Beberapa lama dan panjang antrian agar konsumen tetap berniat untuk berbelanja di Gerai Carrefour Mal Taman Palem? 3. Berapakah jumlah loket kasir yang optimal agar dapat mengurangi antrian yang terjadi dengan mempertimbangkan besar biaya total?

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Antrian

Teori tentang antrian ditemukan dan dikembangkan oleh A. K. Erlang, seorang insinyur dari Denmark yang bekerja pada perusahaan telepon di Kopenhagen pada tahun 1910. Erlang melakukan eksperimen tentang fluktuasi permintaan fasilitas telepon yang berhubungan dengan *automatic dialing equipment*, yaitu peralatan penyambungan telepon secara otomatis. Dalam waktu-waktu yang sibuk operator sangat kewalahan untuk melayani para penelepon secepatnya, sehingga para penelepon harus antri menunggu giliran, mungkin cukup lama. Persoalan aslinya Erlang hanya memperlakukan perhitungan keterlambatan (*delay*) dari seorang operator, kemudian pada tahun 1917 penelitian dilanjutkan untuk menghitung kesibukan beberapa operator. Dalam periode ini Erlang menerbitkan bukunya yang terkenal berjudul *Solution of some problems in the theory of probabilities of significance in Automatic Telephone Exchange*. Baru setelah perang dunia kedua, hasil penelitian Erlang diperluas penggunaannya antara lain dalam teori antrian.

Ada 4 model struktur antrian dasar yang umum terjadi dalam seluruh sistem antrian yaitu *Single Channel – Single Phase, Single Channel – Multiphase, Multichannel – Single Phase, Multichannel – Multiphase*.

Dalam melakukan perhitungan, penulis mengambil acuan dengan formula yang digunakan dalam pemecahan persoalan yang ditemukan di kasir, yaitu:

1. Penentuan Tingkat kesibukan / Utilitas

$$\rho = \frac{\lambda}{c \mu} \dots\dots\dots \text{(Pers.1)}$$

2. Penentuan peluang tidak adanya pelanggan dalam sistem

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{c-1} \frac{1}{n!} \cdot \frac{\lambda^n}{\mu^n} + \frac{1}{c!} \frac{\lambda^n}{\mu^n} \left[\frac{c \cdot \mu}{c \cdot \mu - \lambda} \right]} \dots\dots\dots \text{(Pers.2)}$$

3. Penentuan jumlah rata-rata pelanggan dalam sistem

$$L = \frac{\lambda \cdot \mu \cdot (\lambda / \mu)^c}{c-1 \cdot (c \cdot \mu - \lambda)^2} P_0 + \frac{\lambda}{\mu} \dots\dots\dots \text{(Pers.3)}$$

4. Penentuan jumlah rata-rata pelanggan dalam antrian

$$L_q = L_s - \frac{\lambda}{\mu} \dots\dots\dots \text{(Pers.4)}$$

5. Penentuan waktu rata-rata pelanggan dalam sistem

$$W = \frac{L}{\lambda} \dots\dots\dots \text{(Pers.5)}$$

6. Penentuan waktu rata-rata pelanggan dalam antrian

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \dots\dots\dots \text{(Pers.6)}$$

2.2 Simulasi

Simulasi ialah suatu metodologi untuk melaksanakan percobaan dengan menggunakan model dari satu sistem nyata. Simulasi merupakan suatu model pengambilan keputusan dengan mencontoh atau mempergunakan gambaran sebenarnya dari suatu sistem kehidupan dunia nyata tanpa harus mengalaminya pada keadaan yang sesungguhnya.

Simulasi adalah suatu teknik yang dapat digunakan untuk memformulasikan dan memecahkan model-model, sehingga ada pendapat, “Jika semua cara yang lain gagal, cobalah simulasi”. Simulasi juga didefinisikan sebagai pendekatan eksperimental. Keterbatasan metode analitis dalam mengatasi sistem dinamis yang kompleks membuat simulasi sebagai alternatif yang baik.

2.3 ProModel

ProModel adalah suatu *software* yang khusus didesain untuk mensimulasikan masalah-masalah yang ada pada *industri 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 komputer tetapi tidak ada angka diperlihatkan.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam memodelkan suatu sistem nyata, yaitu bagaimana sistem beroperasi, aliran bahan, logika operasi, kerja *resources* dan lintasan kerjanya. Dalam Promodel selama simulasi berlangsung dapat diamati animasi dari kegiatan yang sedang berlangsung dan hasilnya akan ditampilkan dalam bentuk tabel maupun grafik yang memudahkan untuk penganalisaan.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di salah satu gerai Carrefour yang terletak di Mal Taman Palem, Cengkareng, Jakarta Barat. Lokasi ini merupakan lokasi yang sangat padat penduduk dan terletak pada posisi yang strategis, yaitu di Kawasan Outer Ringroad Cengkareng. Banyak sekali perkantoran-perkantoran dan pemukiman penduduk yang berada di daerah ini, sehingga gerai Carrefour ini selalu ramai dikunjungi masyarakat meskipun di hari biasa. *Flowchart* langkah penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Hasil Perhitungan Antrian

Perhitungan antrian secara lengkap dilakukan dengan bantuan software WinQSB. Perhitungan dengan menggunakan tingkat kedatangan pelanggan rata-rata pada setiap kondisi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perhitungan tingkat kedatangan pelanggan rata-rata

Kondisi	λ	μ	Jumlah kasir	Utilitas	L	Lq	W	Wq	Po
Sepi	26	21	6	20,63	1,24	0	0,05	0	28,99
Sedang	139	15	12	77,22	10,31	1,05	0,07	0,01	0,01
Ramai	268	13	21	98,17	69,04	48,42	0,26	0,18	0

Ada suatu situasi dimana tingkat kedatangan maksimal yang harus diantisipasi oleh pihak gerai Carrefour. Data tersebut didapat dari tingkat kedatangan terbesar yang pernah terjadi selama pengamatan. Jumlah kasir yang tersedia harus mencukupi jumlah pelanggan yang datang pada tingkat kedatangan tertinggi sehingga ketika terjadi tingkat kedatangan yang besar, tidak terjadi antrian yang panjang. Perhitungan pada kondisi tingkat kedatangan maksimal pada setiap kondisi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan pada kondisi tingkat kedatangan maksimal

Kondisi	λ	μ	Jumlah kasir	Utilitas	L	Lq	W	Wq	Po
Sepi	32	21	6	25,39	1,53	0,01	0,05	0	21,78
Sedang	167	15	12	92,78	20,53	9,39	0,13	0,06	0,0007
Ramai	328	13	21	-	-	-	-	-	-

4.2 Perancangan Jumlah Kasir Optimal

4.2.1 Pada Kondisi Sepi

Berikut ini adalah perancangan untuk pengurangan jumlah karyawan kasir pada kondisi sepi yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perancangan untuk pengurangan jumlah karyawan kasir pada kondisi sepi

Jumlah kasir	λ	μ	Utilitas	L	Lq	W	Wq	Po
6	26	21	20,63	1,24	0	0,05	0	28,99
5	26	21	24,76	1,24	0	0,05	0	28,97
4	26	21	30,95	1,26	0,02	0,05	0	28,88
3	26	21	41,27	1,34	0,11	0,05	0	28,22
2	26	21	61,9	2,01	0,77	0,07	0,03	23,53

Tabel 3 menunjukkan bahwa pengurangan jumlah kasir dari 6 orang menjadi 3 orang tidak banyak berpengaruh pada waktu menunggu dalam sistem dan waktu dalam antrian, yaitu 0,05 jam dan 0 jam. Tingkat utilitas juga meningkat dari 20,63% menjadi 41,27%. Berbeda halnya dengan jumlah kasir dua orang. Tingkat utilitas meningkat drastis menjadi 61,9%, waktu tunggu dalam sistem naik menjadi 0,07 jam dan waktu tunggu dalam antrian naik menjadi 0,03 jam.

Tabel 4. Perancangan jumlah kasir pada tingkat kedatangan Maksimal

Jumlah kasir	λ	μ	Utilitas	L	Lq	W	Wq	Po
6	32	21	25,39	1,53	0,01	0,05	0	21,78
5	32	21	33,33	1,68	0,02	0,05	0	18,83
4	32	21	41,67	1,74	0,07	0,05	0	18,59
3	32	21	55,56	2,04	0,37	0,06	0,01	17,27

Tabel 4 menunjukkan bahwa dengan pengurangan jumlah kasir dari 6 kasir menjadi 4 kasir, tidak berpengaruh besar pada waktu tunggu. Waktu tunggu dalam sistem tetap 0 jam dan waktu dalam antrian tetap 0,05 jam. Tingkat utilitas meningkat dari 25,39% menjadi 41,67%. Berbeda halnya dengan jumlah kasir 3 orang, dimana waktu tunggu meningkat menjadi 0,01 jam dan waktu dalam sistem menjadi 0,06 jam.

4.2.2 Pada Kondisi Sedang

Hasil perhitungan dengan kondisi sekarang ini, jumlah kasir yang dibuka hampir sesuai dengan motto carrefour. Berikut ini adalah perancangan untuk pengurangan jumlah karyawan kasir pada kondisi sedang yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perancangan untuk pengurangan jumlah karyawan kasir pada kondisi sedang

Jumlah kasir	λ	μ	Utilitas	L	Lq	W	Wq	Po
12	139	15	77,22	10,31	1,05	0,07	0,01	0,01
11	139	15	84,24	11,89	2,63	0,09	0,02	0,01

Tabel 5 menunjukkan pengurangan jumlah kasir dari 12 orang menjadi 11 orang meningkatkan tingkat utilitas dari 77,22% menjadi 84,24%. Panjang antrian masih sesuai dengan motto Carrefour dan waktu menunggu dalam antrian hanya 0,02 Jam (1,2 menit).

Tabel 6. Perancangan jumlah kasir pada tingkat kedatangan Maksimal

Jumlah kasir	λ	μ	Utilitas	L	Lq	W	Wq	Po
12	167	15	92,78	20,53	9,39	0,13	0,06	0,0007
13	167	15	85,64	14,08	2,95	0,08	0,02	0,0011

Tabel 6 menunjukkan bahwa penambahan kasir dari 12 orang menjadi 13 orang mengurangi jumlah antrian dari 9,39 orang menjadi 2,95 orang dan menurunkan waktu menunggu dalam antrian dari 0,06 jam menjadi 0,02 jam (1,2 menit) sehingga mengurangi panjang dan lama antrian.

4.2.3 Pada Kondisi Ramai

Perancangan jumlah kasir pada kondisi ramai dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Perancangan jumlah kasir pada kondisi ramai

Jumlah kasir	λ	μ	Utilitas	L	Lq	W	Wq	Po
21	268	13	98,17	69,04	48,42	0,26	0,18	0
22	268	13	93,71	30,82	10,2	0,12	0,04	0
23	268	13	89,63	25,03	4,41	0,09	0,02	0

Tabel 7 menunjukkan penambahan kasir pada kondisi ramai sangat diperlukan karena dengan 21 kasir akan membuat 48,42 pelanggan mengantri untuk mendapatkan pelayanan. Hal ini sama dengan terdapat 2,3 orang yang mengantri pada 1 kasir, sedangkan motto Carrefour adalah akan membuka kasir baru jika ada 2 antrian di depan pelanggan. Penambahan jumlah kasir sampai dengan 23 orang membuat jumlah orang yang mengantri menurun menjadi 4,41 orang dan lama waktu mengantri menjadi 0,02 jam.

Tabel 8. Perancangan jumlah kasir pada tingkat kedatangan Maksimal

Jumlah kasir	λ	μ	Utilitas	L	Lq	W	Wq	Po
21	328	13	-	-	-	-	-	-
22	328	13	-	-	-	-	-	-
23	328	13	-	-	-	-	-	-
24	328	13	-	-	-	-	-	-
26	328	13	97,04	52,45	27,22	0,16	0,08	0
27	328	13	93,45	34,49	9,26	0,11	0,03	0

Tabel 8 menunjukkan bahwa pada kondisi ramai dengan tingkat kedatangan maksimum, jumlah kasir rata-rata yang dibuka sangat tidak mencukupi dimana tingkat kedatangan jauh lebih besar daripada tingkat pelayanan total, sehingga penambahan jumlah kasir yang dilakukan cukup banyak sampai dengan 27 orang sehingga jumlah pelanggan yang mengantri adalah 9,26 orang. Jumlah ini sesuai dengan motto Carrefour, yaitu tidak lebih dari dua orang di depan pelanggan.

4.3 Analisis Biaya Menunggu dan Fasilitas

Biaya pelayanan per jam (Cs) dapat dihitung dengan menggunakan besar gaji karyawan kasir Carrefour, yaitu sebesar Rp 2.400.000,00/bulan. Jam kerja karyawan Carrefour pada bulan Oktober adalah 184 jam, sehingga didapat besar biaya fasilitas per jam untuk 1 kasir yang dibuka adalah Rp 13.000,00.

Komponen biaya lainnya yaitu biaya menunggu (Cw). Biaya ini adalah kesempatan yang hilang dari seorang pengunjung dikarenakan mengantri di loket. Total biaya menunggu dapat diperkirakan berdasarkan pada pendapatan yang diterima oleh pengunjung per jam. Acuan yang digunakan didapatkan dari rata-rata pendapatan

pelanggan yang dapat dilihat pada Lampiran. Rata-rata pendapatan gaji pelanggan adalah Rp7.500.000,00/ bulan. Jam kerja pelanggan adalah 176 jam, meliputi 8 jam kerja perhari dan 22 hari kerja perbulan, sehingga didapatkan besar biaya menunggu pelanggan sebesar Rp 42.600,00/ jam.

Total biaya yang terendah menjadi acuan jumlah kasir yang optimal. Total biaya adalah penjumlahan dari total biaya pelayanan per jam (Cs) dengan biaya menunggu nasabah per jam (Cw). Rumus biaya total (Ct) adalah sebagai berikut.

$$Ct = Cs (s) + Cw (\lambda)(W) \dots\dots(Samsir dan Ranti, 2010)$$

Keterangan:

- Ct : Biaya total per jam (Rp)
- Cs : Biaya pelayanan *cashier* per jam
- s : Jumlah *cashier* yang melayani antrian
- Cw : Biaya menunggu pelanggan atau pengunjung dalam antrian per jam (Rp)
- λ : Jumlah pelanggan atau pengunjung rata-rata dalam sistem (orang)
- W : Lama waktu menunggu dalam sistem

Hasil perhitungan total biaya pada kondisi sepi dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil perhitungan total biaya pada kondisi sepi

Jumlah Kasir (s)	Gaji Kasir (Cs)	Opportunity cost (Cw)	λ	W	Biaya tunggu	Biaya Fasilitas	TOTAL
Tingkat kedatangan Rata-rata pada kondisi Sepi							
6	Rp 13.000,-	Rp 42600,-	26	0,05	Rp 55.380,-	Rp 78.000,-	Rp 133.380,-
5	Rp 13.000,-	Rp 42600,-	26	0,05	Rp 55.380,-	Rp 65.000,-	Rp 120.380,-
4	Rp 13.000,-	Rp 42600,-	26	0,05	Rp 55.380,-	Rp 52.000,-	Rp 107.380,-
3	Rp 13.000,-	Rp 42600,-	26	0,05	Rp 55.380,-	Rp 39.000,-	Rp 94.380,-
2	Rp 13.000,-	Rp 42600,-	26	0,07	Rp 77.532,-	Rp 26.000,-	Rp 103.532,-
Tingkat kedatangan Maksimal pada kondisi Sepi							
6	Rp 13.000,-	Rp 42600,-	32	0,05	Rp 68.160,-	Rp 78.000,-	Rp 146.160,-
5	Rp 13.000,-	Rp 42600,-	32	0,05	Rp 68.160,-	Rp 65.000,-	Rp 133.160,-
4	Rp 13.000,-	Rp 42600,-	32	0,05	Rp 68.160,-	Rp 52.000,-	Rp 120.160,-
3	Rp 13.000,-	Rp 42600,-	32	0,06	Rp 81.792,-	Rp 39.000,-	Rp 120.792,-

Perhitungan total biaya pada tabel menunjukkan bahwa pada kondisi sepi, jumlah kasir yang paling optimal adalah dengan 3 kasir. Pengurangan menjadi 2 kasir akan mengakibatkan pertambahan biaya total. Pada kondisi maksimal, jumlah kasir yang optimal adalah 4 kasir.

Hasil perhitungan total biaya pada kondisi Sedang dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil perhitungan total biaya pada kondisi Sedang

Jumlah Kasir (s)	Gaji Kasir (Cs)	Opportunity cost (Cw)	λ	W	Biaya tunggu	Biaya Fasilitas	TOTAL
Tingkat kedatangan Rata-rata pada kondisi Sedang							
12	Rp 13.000,-	Rp 42600,-	139	0,07	Rp 414.498,-	Rp 156.000,-	Rp 570.498,-
11	Rp 13.000,-	Rp 42600,-	139	0,09	Rp 532.926,-	Rp 143.000,-	Rp 675.926,-
10	Rp 13.000,-	Rp 42600,-	139	0,13	Rp 769.782,-	Rp 130.000,-	Rp 899.782,-
Tingkat kedatangan Maksimal pada kondisi Sedang							
12	Rp 13.000,-	Rp 42600,-	167	0,13	Rp 924.846,-	Rp 156.000,-	Rp 1.080.846,-
13	Rp 13.000,-	Rp 42600,-	167	0,08	Rp 569.136,-	Rp 169.000,-	Rp 738.136,-

Perhitungan total biaya pada tabel menunjukkan bahwa pada kondisi sedang, jumlah kasir yang paling optimal adalah dengan 12 kasir. Pengurangan kasir akan mengakibatkan penambahan biaya total. Pada kondisi maksimal, jumlah kasir yang optimal adalah 13 kasir.

Hasil perhitungan total biaya pada kondisi Ramai dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil perhitungan total biaya pada kondisi Ramai

Jumlah Kasir (s)	Gaji Kasir (Cs)	Opportunity cost (Cw)	λ	W	Biaya tunggu	Biaya Fasilitas	TOTAL
Tingkat kedatangan Rata-rata pada kondisi Ramai							
21	Rp 13.000,-	Rp 42600,-	268	0,26	Rp 2.968.368,-	Rp 273.000,-	Rp 3.241.368,-
22	Rp 13.000,-	Rp 42600,-	268	0,12	Rp 1.370.016,-	Rp 286.000,-	Rp 1.656.016,-
23	Rp 13.000,-	Rp 42600,-	268	0,09	Rp 1.027.512,-	Rp 299.000,-	Rp 1.326.512,-
Tingkat kedatangan Maksimal pada kondisi Ramai							
26	Rp 13.000,-	Rp 42600,-	328	0,16	Rp 2.235.648,-	Rp 338.000,-	Rp 2.573.648,-
27	Rp 13.000,-	Rp 42600,-	328	0,11	Rp 1.537.008,-	Rp 351.000,-	Rp 1.888.008,-

Perhitungan total biaya pada tabel menunjukkan bahwa pada kondisi ramai, jumlah kasir yang paling optimal adalah dengan 23 kasir. Jumlah kasir yang semakin sedikit akan membuat biaya total yang semakin besar. Pada kondisi maksimal, jumlah kasir yang optimal adalah 27 kasir.

4.4 Simulasi

Simulasi dilakukan selama 12 jam yang merupakan waktu operasional Gerai Carrefour dan dilakukan replikasi sebanyak 10 kali untuk mengetahui nilai optimal dari simulasi yang dilakukan. Hasil dari simulasi dengan menggunakan *software* Promodel adalah sebagai berikut:

1. Antrian Kondisi Sepi dengan 6 kasir, tingkat Utilitas rata-rata kasir adalah sebesar 19,95%.
2. Antrian Kondisi Sepi dengan 3 kasir, tingkat Utilitas rata-rata kasir adalah sebesar 42,44%
3. Antrian Kondisi Sepi Maksimal dengan 4 Kasir, tingkat Utilitas rata-rata kasir adalah sebesar 37,94%.
4. Antrian kondisi Sedang dengan 12 kasir, tingkat Utilitas rata-rata kasir adalah sebesar 78,55%.
5. Antrian Kondisi Sedang dengan 11 Kasir, tingkat Utilitas rata-rata kasir adalah sebesar 84,18%.
6. Antrian Kondisi Sedang Maksimal dengan 13 Kasir, tingkat Utilitas rata-rata kasir adalah sebesar 87,62%.

Pada kondisi ramai, Hasil simulasi sebagai berikut:

1. Antrian Kondisi Ramai dengan 21 Kasir, tingkat Utilitas rata-rata kasir adalah sebesar 94,78%.
2. Antrian Kondisi Ramai dengan 23 Kasir, tingkat Utilitas rata-rata kasir adalah sebesar 88,89%.
3. Antrian Kondisi Ramai maksimal dengan 27 Kasir, tingkat Utilitas rata-rata kasir adalah sebesar 94,68%.

5. KESIMPULAN

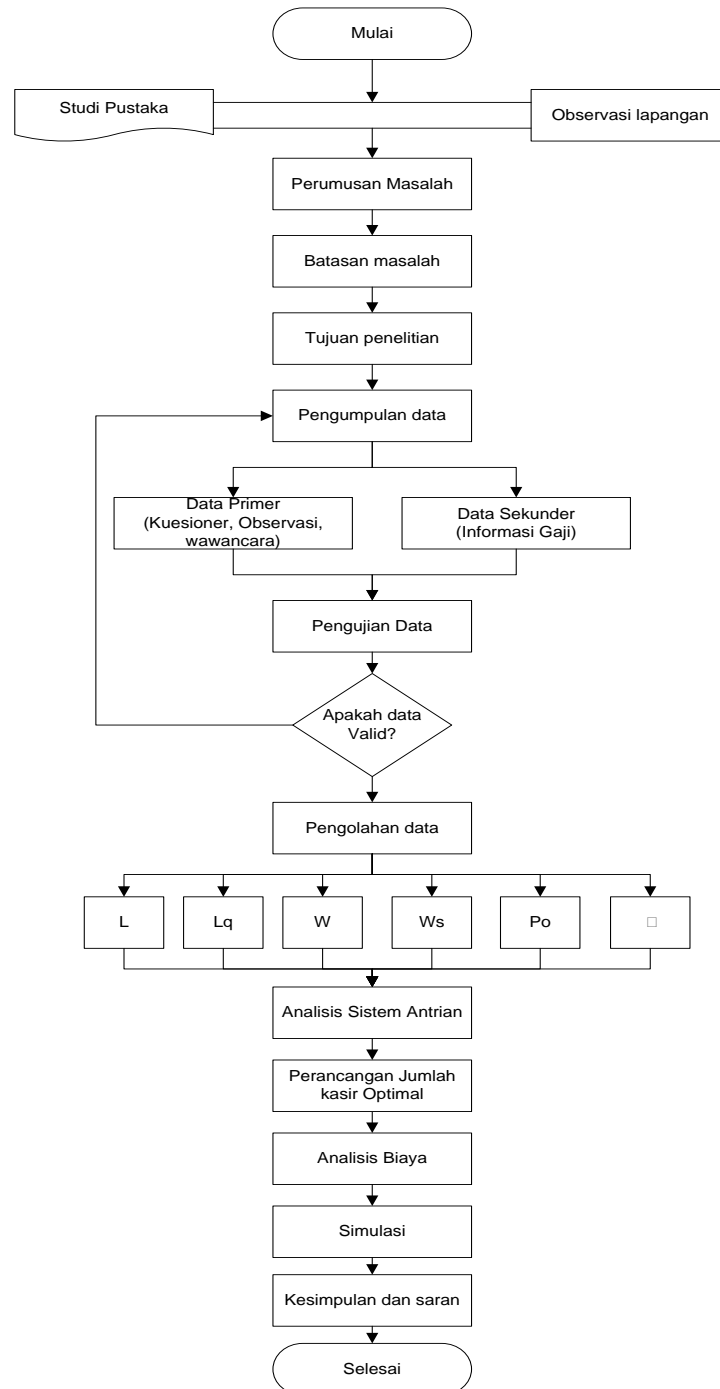
Optimalisasi jumlah kasir dipertimbangkan dengan meminimalkan biaya penambahan jumlah kasir, tetapi tetap menjaga agar pada kondisi sepi tidak terdapat

antrian dan pada kondisi ramai, tidak terdapat lebih dari dua antrian. Dari beberapa pilihan jumlah kasir kemudian dilihat total biaya yang terendah. Pada kondisi sepi yaitu hari senin-jumat pada pukul 10.00 sampai dengan pukul 16.00, jumlah kasir yang perlu disediakan adalah 3-4 orang. Pada kondisi sedang yaitu hari senin-jumat pada pukul 18.00 sampai dengan sekitar pukul 20.00, hari Sabtu pada pukul 14.00 sampai dengan pukul 17.00, hari Minggu Pukul 11.00-15.00, dan pada hari libur nasional, jumlah kasir yang perlu disediakan adalah 12-13 orang. Pada Kondisi Ramai yaitu hari Sabtu pada pukul 17.00 sampai dengan sekitar pukul 21.00 dan pada hari Minggu pada pukul 15.00 sampai dengan 21.00, jumlah kasir yang perlu disediakan adalah 23- 27 orang.

DAFTAR PUSTAKA

1. Aji, S.P. dan Tti Bodroastuti. 2012. *Applications of multi Channel-Single Phase Simulation model on the Queue at Semarang Purnama Pharmacy*. Semarang : Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Widya Manggala.
2. Azhar, A.R. 2012. *Analisis Sikap Konsumen Supermarket Indo Grosir*. Jurnal Media Wahana Ekonomika Vol. 9, Juli 2012.
3. Boediono dan Wayan Koster. 2004. *Teori dan Aplikasi Statistika dan Probabilitas*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
4. Djamaris, A. 2013. *Analisis dan Simulasi Sistem Antrian Bus Rapid Transit (BRT) TransJakarta pada Halte Transit BNN*. Fakultas Ekonomi Universitas Prof. Dr. Moestopo.
5. Faisal, F. 2005. *Pendekatan Teori Antrian: Kasus Nasabah Bank Pada Pukul 08.00 – 11.00 WIB di Bank BNI 46 Cabang Bengkulu*, Jurusan Matematika FMIPA Universitas Bengkulu Indonesia.
6. Farizi, D.A. 2013. *Analisis Antrian Loket Kereta Api pada Stasiun Tebet Jakarta Selatan*. Fakultas Ekonomi Universitas Bakrie Indonesia.
7. Nisfiannoor, Moh. 2009. *Pendekatan Statistika Modern untuk Ilmu Sosial*. Jakarta: Salemba Humanika
8. Nosek, R.A., Jr, MS dan James P. Wilson, Pharmd, Phd, *Teori Antrian dan Kepuasan Konsumen: Suatu Tinjauan Tentang Terminology Trend, dan Pengaplikasiannya Pada Praktek Farmasi*.
9. Ruane, J. M. 2013. *Essentials of Research Methods: a guide to social science research* (UK: Blackwell,2008). Diterjemahkan oleh M Shodiq Mustika. Bandung : Nusa Media
10. Samsir dan Ranti M. 2010. *Analisis Sistem Antrian Teller pada PT Bank Riau Cabang Utama Pekanbaru*. Pekanbaru: Jurusan Manajemen Fakultas Ekonomi Universitas Riau
11. Suryadhi, P.A.R. dan Nicholson JP M. 2009. *Model Antrian Pada Pelayanan Kesehatan Di Rumah Sakit*. Kampus Jimbaran Bali Vol. 8 No 2.
12. Taha, H. A. 1993. *Riset Operasi Terjemahan oleh Daniel Wirajaya*. Jakarta: Binarupa Aksara.
13. Wijaya, A. 2013. *Pengantar Riset Operasi (Edisi 3)*. Jakarta: Mitra Wacana

Lampiran



Gambar 1. Flowchart proses penelitian