

Model Antrian pada Sistem Pembayaran di Golden Pasar Swalayan Manado

Marni Sumarno¹, Yohanes Langi², Luther Latumakulita³

¹Program Studi Matematika, FMIPA, UNSRAT Manado, marnisumarno93@gmail.com

²Program Studi Matematika, FMIPA, UNSRAT Manado, yarlangi@gmail.com

³Program Studi Matematika, FMIPA, UNSRAT Manado, latumakulitala@unsrat.ac.id

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa model antrian pada sistem pembayaran di Golden Pasar Swalayan dalam hal jumlah kasir yang optimal. Penelitian ini dilakukan di Golden Pasar Swalayan selama 5 hari pukul 15.00 s/d 17.00 WITA. Metode penelitian yang digunakan adalah model antrian saluran ganda poisson dengan pola pelayanan eksponensial dan model tingkat aspirasi pada supermarket. Hasilnya menunjukkan bahwa pada waktu sibuk, dengan 7 kasir persentase kesibukan karyawan sebesar 94% dan waktu menunggu pelanggan 3.6 menit. Jika disimulasi dengan 8 kasir, persentase kesibukan karyawan sebesar 82% dan waktu menunggu pelanggan 1.8 menit.

Kata kunci : Golden Pasar Swalayan Manado, Model Antrian Saluran Ganda, Sistem Antrian

A Model Queue at The Payment System at Golden Supermarket Manado

Abstract

The aims of this research are to analyze models of queuing at the payment system at Golden Supermarket in terms the optimal number of counters. This research has done at Golden Supermarket was conducted for 5 days at 15:00 to 17:00 pm. The method of research used by dual channel poisson queuing model with exponential service pattern and aspiration level model in the supermarket. The results showed that at busy time, with 7 counters percentage of employees by 94% busyness and customer waiting time is 3.6 minutes. If simulated with 8 counters, the percentage of employees by 82% busyness and customer waiting time is 1.8 minutes.

Keywords : Golden Supermarket Manado, Multi Channel Model, Queuing System

1. Pendahuluan

Suatu proses antrian (*queueing process*) adalah suatu proses yang dihubungkan dengan kedatangan seorang pelanggan pada suatu fasilitas pelayanan, kemudian menunggu dalam suatu baris (antrian) jika semua fasilitas pelayanan sibuk, menerima atau menggunakan fasilitas pelayanan dan akhirnya meninggalkan fasilitas tersebut [1]. Tujuan dasar dari model-model antrian adalah meminimumkan sekaligus dua jenis biaya, yaitu biaya langsung untuk menyediakan pelayanan dan biaya individu yang menunggu untuk memperoleh pelayanan [2].

Suatu proses antrian (*queueing process*) adalah suatu proses yang berhubungan dengan kedatangan seorang pelanggan pada suatu fasilitas pelayanan, kemudian menunggu dalam suatu baris (antrian) jika semua pelayannya sibuk, dan akhirnya meninggalkan fasilitas tersebut [3].

2. Struktur Dasar Model Antrian

Dari sudut pandang model antrian, situasi antrian dapat diciptakan dengan cara berikut ini. Sementara para pelanggan tiba di satu sarana pelayanan, mereka bergabung dalam sebuah antrian. Pelayan memilih seorang pelanggan dari antrian untuk memulai pelayanan. Setelah

selesaiannya pelayanan proses memilih pelanggan baru (yang sedang menunggu) diulangi. Diasumsikan tidak ada waktu yang terhilang antara penyelesaian pelayanan dengan diterimanya seorang pelanggan baru di sarana pelayanan tersebut [1].

Ada beberapa unsur yang mempengaruhi model antrian yaitu sebagai berikut:

1. Kedatangan
2. Waktu Pelayanan
3. Fasilitas Pelayanan
4. Peraturan Pelayanan
5. Ukuran Antrian
6. Sumber Pemanggilan Populasi
7. Perilaku Manusia

2.1. Distribusi Poisson

Tingkat kedatangan pelanggan per interval waktu disimbolkan dengan λ . Maka $1/\lambda$ menyatakan waktu rata-rata kedatangan pelanggan.

Jumlah kedatangan per unit waktu pada suatu fasilitas pelayanan didefinisikan dengan Distribusi Poisson dengan rumus:

$$P_{(n)} = \frac{\lambda^n e^{-\lambda}}{n!}, \quad n = 0, 1, 2, \dots \quad (1)$$

dimana :

- $P_{(n)}$: peluang terjadinya n per satuan waktu
 n : banyaknya pelanggan
 λ^n : rata-rata terjadinya n per satuan waktu
 $e^{-\lambda}$: e (2,71828) dipangkatkan negatif lamda

2.2. Distribusi Eksponensial

Rata-rata pelayanan diberi simbol μ yang mana merupakan banyaknya pelanggan yang dapat dilayani dalam satuan (unit) waktu, sedangkan rata-rata waktu pelayanan ialah rata-rata waktu yang dipergunakan untuk melayani per pelanggan yang diberi simbol $1/\mu$ unit (satuan). Pola pelayanan yang mengikuti distribusi eksponensial dengan rumus:

$$p(t) = \mu e^{-\mu t}; t \geq 0 \quad (2)$$

dimana :

- $p(t)$: peluang kejadian n selama waktu t
 μ : rata-rata tingkat pelayanan (unit pelayanan per unit waktu)
 e : 2,71828

3. Antrian dengan Gabungan Kedatangan dan Kepergian

Notasi untuk meringkaskan karakteristik utama dari antrian paralel secara universal dibakukan dalam format berikut ini [4]:

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

dengan :

- a : distribusi kedatangan
 b : distribusi waktu pelayanan (keberangkatan)
 c : jumlah pelayan paralel ($c=1,2,3,\dots,\infty$)
 d : peraturan pelayanan (misalnya FCFS, LCFS, SIRO)
 e : jumlah maksimum yang diijinkan dalam sistem (dalam antrian + dalam pelayanan)
 f : ukuran sumber pemanggilan

4. Formulasi Proses Antrian (Markov Formulation)

- i. Waktu inter-arrival secara statistik adalah independent dan *identical* dan distribusi eksponensialnya dengan menggunakan parameter λ .
- ii. Waktu pelayanan secara statistik independent dan *identical* dan distribusi eksponensialnya dengan menggunakan parameter μ .
- iii. Jumlah pelayanan adalah c .
- iv. Pelanggan yang baru saja bergabung dalam sebuah antrian langsung dilayani oleh pelayan, sehingga pelayan tersebut akan segera nganggur [5].

5. Kedatangan Menurut Saluran Tunggal Poisson dengan Rata-Rata Pelayanan Eksponensial

Permasalahan antrian yang paling umum mencakup jalur antrian jalur tunggal atau satu stasiun pelayanan. Dalam situasi ini, kedatangan membentuk satu jalur tunggal untuk dilayani oleh stasiun tunggal.

Diasumsikan bahwa:

- 1. Kedatangan pelanggan bersifat acak.
- 2. Kedatangan pelanggan antar interval waktu saling tidak mempengaruhi.
- 3. Kedatangan digambarkan dengan distribusi probabilitas Poisson dan datang dari sebuah populasi yang tidak terbatas.
- 4. Waktu pelayanan bervariasi dari satu pelanggan dengan pelanggan yang berikutnya dan tidak terikat satu sama lain.
- 5. Waktu pelayanan sesuai dengan distribusi probabilitas eksponensial negatif.
- 6. Rata-rata kedatangan lebih kecil dari rata-rata pelayanan artinya $\lambda < \mu$, dengan demikian semua pelanggan akan dapat dilayani [1].

6. Model Antrian Saluran Ganda (Multi Channel)

Ada dua kemungkinan bentuk model garis tunggu dalam antrian saluran ganda, yaitu:

- 1. Tidak akan terbentuk antrian apabila $n \leq c$ atau jumlah pelanggan n paling sedikit atau sama dengan jumlah fasilitas c yang tersedia.
- 2. Akan terbentuk antrian apabila $n > c$ atau jumlah pelanggan n lebih banyak dibanding jumlah fasilitas c yang tersedia [2].

Utilitas sistem adalah peluang masa sibuk kasir atau tingkat kesibukan sistem. Utilitas sistem didefinisikan sebagai :

$$\rho c = \frac{\lambda}{\mu} \tag{3}$$

Probabilitas bahwa fasilitas pelayanan sedang kosong (p_0): $p_0 = 1 - \frac{\lambda}{\mu}$ (4)

Rata-rata banyaknya pelanggan dalam sistem [$E(n)$]: $E(n) = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$ (5)

Rata-rata panjangnya antrian [$E(m)$]: $E(m) = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$ (6)

Rata-rata menunggu bagi pelanggan dalam antrian [$E(w)$]: $E(w) = E(v) - \frac{1}{\mu} = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$

(7)

Rata-rata waktu menunggu bagi pelanggan dalam sistem $[E(v)]: E(v) = \frac{1}{\mu - \lambda}$ (8)

7. Jumlah Pelayanan Optimum

Untuk mendapatkan nilai c optimum, dimana c adalah jumlah pelayan paralel, maka hal-hal yang dibutuhkan adalah:

C_1 = biaya per pelayan tambahan per unit waktu.

C_2 = biaya per unit waktu menunggu per pelanggan [1].

$E(n) = L_s(c)$ = jumlah pelanggan yang diperkirakan dalam sistem dengan diketahui c

Sehingga:

$$E(n) - E(n)_{(c+1)} \leq \frac{C_1}{C_2} \leq E(n)_{(c-1)} - E(n)$$

8. Model Tingkat Aspirasi

Tingkat aspirasi didefinisikan sebagai batas atas dari nilai-nilai ukuran yang saling bertentangan, yang ingin diseimbangkan oleh pengambil keputusan tersebut [1].

Dalam model pelayanan berganda dimana kita perlu menentukan jumlah pelayan c yang optimum, dua ukuran yang bertentangan adalah:

1. waktu menunggu yang diperkirakan dalam sistem $E(v)$
2. persentase waktu mengganggu para pelayan X

Ekspresi untuk $E(v)$ diketahui dari analisis (M/M/c):(GD/∞/∞) atau model antrian ganda.

Sedangkan untuk X diketahui :

$$X = \frac{100}{c} \sum_{n=0}^c (c-n) p_n = 100 \left(1 - \frac{\rho}{c} \right)$$

Berdasarkan kondisi optimal, c_2 berada dalam kisaran

$$\frac{C_1}{E(n)_{(c-1)} - E(n)} \leq C_2 \leq \frac{C_1}{E(n) - E(n)_{(c+1)}}$$

9. Metodologi Penelitian

Penelitian ini telah dilakukan di Golden Pasar Swalayan Manado selama 5 hari, yaitu pada hari Senin-Jumat tanggal 18 Mei 2015 s/d 22 Mei 2015 pukul 15.00-17.00 WITA.

Metode penelitian yang akan digunakan adalah model antrian ganda Poisson dengan pola pelayanan Eksponensial dan Model Tingkat Aspirasi.

Prosedur dan tahapan penelitian :

1. Mencari data antrian dengan cara menghitung berapa banyak pelanggan yang masuk ke dalam sistem antrian, serta berapa banyak pelanggan yang dapat dilayani per jam.
2. Mencari data banyaknya biaya yang dibutuhkan untuk mengelola kasir, serta persentase kesibukan karyawan yang diinginkan dari perusahaan.
3. Menentukan rata-rata kedatangan (λ) dan pelayanan (μ) per jam.
4. Menganalisis data yang diperoleh dengan menggunakan bantuan komputer.
5. Mengambil kesimpulan dengan cara memasukan data biaya pengoperasian kasir per jam serta panjangnya antrian kedalam Model Tingkat Aspirasi.

10. Hasil dan Pembahasan

10.1. Model Multi Channel (Model Pelayanan Ganda)

Hasil analisis dari model ini didasarkan pada data yang diperoleh, dimana loket pembayaran berjumlah 7 (tujuh).

Tabel 1. Hasil Analisis untuk Model *Multi Channel* pada tanggal 18-22 Mei 2015

No	Karakteristik Operasi	Hari					Rata-rata
		I	II	III	IV	V	
1	Jumlah kasir (c)	7	7	7	7	7	7
2	Rata-rata pelanggan datang dalam sistem antrian (λ)	305	332	309	320	312	316
3	Rata-rata pelanggan dilayani per jam dan per kasir (μ)	48	51	51	48	49	49
4	Tingkat kesibukan sistem (ρc)	0.91	0.93	0.86	0.94	0.90	0.908
5	Rata-rata pelanggan dalam baris antrian ($E(m)$ atau L_q)	7	10	3	13	6	8
6	Rata-rata pelanggan dalam sistem antrian ($E(n)$ atau L_s)	13	17	9	19	13	14
7	Rata-rata waktu tunggu dalam baris antrian ($E(w)$ atau W_q)	0.02 Jam	0.03 Jam	0.01 Jam	0.04 Jam	0.02 Jam	0.024 Jam
8	Rata-rata waktu tunggu dalam sistem antrian ($E(v)$ atau W_s)	0.04 Jam	0.05 Jam	0.03 Jam	0.06 Jam	0.04 Jam	0.044 Jam
9	Peluang tidak adanya pelanggan dalam sistem (P_0)	0	0	0	0	0	0

Pada Tabel 1 pada tanggal 18 Mei 2015, dimana kasir yang aktif sebanyak 7, menghasilkan waktu menunggu pelanggan dalam sistem W_s adalah 0.04 jam atau 2.4 menit dan waktu menunggu dalam antrian W_q adalah 0.02 jam atau 1.2 menit. Sedangkan panjangnya pengunjung dalam sistem antrian L_s 13 dan 7 panjangnya pengunjung dalam antrian L_q . Persentase kesibukan pelayanan mencapai 91% dan peluang tidak adanya pelanggan dalam sistem P_0 adalah 0. P_0 akan terus naik jika minimal ada 2 pelanggan, dan akan terus turun mencapai 0 jika minimal ada 7 pelanggan.

Tabel 2. Hasil Simulasi Penambahan Kasir pada tanggal 18 Mei 2015

No	Karakteristik Operasi	Jumlah pelayan (<i>counters</i>)
		8
1	P_c	0.79
2	$E(m)$ atau L_q	1
3	$E(n)$ atau L_s	8
4	$E(w)$ atau W_q	0.0055 jam
5	$E(v)$ atau W_s	0.03 jam
6	P_0	0

Pada Tabel 2 persentase kesibukan dan waktu menunggu pelanggan mengalami penurunan yaitu 79% dan 0.03 jam atau 1.8 menit.

Dalam Tabel 1 pada tanggal 19 Mei 2015, rata-rata pelanggan yang datang dan yang dilayani per jam mengalami kenaikan, dan persentase kesibukan karyawan mencapai 93%, dan waktu menunggu pelanggan dalam antrian juga mengalami kenaikan 0.05 jam atau 3 menit. Begitu juga panjangnya pelanggan dalam sistem dan juga antrian lebih banyak dibandingkan dengan hari sebelumnya. Peluang tidak adanya pelanggan dalam sistem P_0 adalah 0. P_0 akan terus naik jika minimal ada 2 pelanggan, dan akan terus turun mencapai 0 jika minimal ada 8 pelanggan.

Tabel 3. Hasil Simulasi Penambahan Kasir pada tanggal 19 Mei 2015

No	Karakteristik Operasi	Jumlah pelayan (<i>counters</i>)
		8
1	P_c	0.81
2	$E(m)$ atau L_q	2
3	$E(n)$ atau L_s	8
4	$E(w)$ atau W_q	0.0065 jam
5	$E(v)$ atau W_s	0.03 jam
6	P_0	0

Pada Tabel 3 persentase kesibukan dan waktu menunggu pelanggan mengalami penurunan yaitu 81% dan 0.03 jam atau 1.8 menit.

Dalam Tabel 1 pada tanggal 20 Mei 2015, rata-rata kedatangan maupun rata-rata pelanggan yang dilayani mengalami penurunan dibanding hari sebelumnya. Persentase kesibukan dan waktu menunggu pelanggan juga mengalami penurunan yaitu 86% dan waktu tunggu 0.03 jam. Peluang tidak adanya pelanggan dalam sistem P_0 adalah 0. P_0 akan terus naik jika minimal ada 2 pelanggan, dan akan terus turun mencapai 0 jika minimal ada 7 pelanggan.

Tabel 4. Hasil Simulasi Penambahan Kasir pada tanggal 20 Mei 2015

No	Karakteristik Operasi	Jumlah pelayan (<i>counters</i>)
		8
1	P_c	0.75
2	$E(m)$ atau L_q	1
3	$E(n)$ atau L_s	7
4	$E(w)$ atau W_q	0.0035 jam
5	$E(v)$ atau W_s	0.02 jam
6	P_0	0

Pada Tabel 4 persentase kesibukan dan waktu menunggu pelanggan mengalami penurunan yaitu 75% dan 0.02 jam atau 1.2 menit. P_0 akan terus naik jika minimal ada 1 pelanggan, dan akan terus turun mencapai 0 jika minimal ada 7 pelanggan.

Dalam Tabel 1 pada tanggal 21 Mei 2015, rata-rata pelanggan yang datang lebih banyak dibandingkan hari kemarin yaitu 320 pelanggan per jam, akan tetapi rata-rata jumlah pelanggan yang dapat dilayani setiap kasirnya lebih sedikit dari kemarin yaitu 48 pelanggan per jam. Waktu menunggu dan persentase kesibukan karyawan mengalami kenaikan yaitu 0.06 jam dan 94%. P_0 akan terus naik jika minimal ada 3 pelanggan, dan akan terus turun mencapai 0 jika minimal ada 9 pelanggan.

Tabel 5. Hasil Simulasi Penambahan Kasir pada tanggal 21 Mei 2015

No	Karakteristik Operasi	Jumlah pelayan (<i>counters</i>)
		8
1	P_c	0.82
2	$E(m)$ atau L_q	2
3	$E(n)$ atau L_s	8
4	$E(w)$ atau W_q	0.0075 jam
5	$E(v)$ atau W_s	0.03 jam
6	P_0	0

Pada Tabel 5 persentase kesibukan dan waktu menunggu pelanggan mengalami penurunan yaitu 82% dan 0.03 jam atau 1.8 menit.

Dalam Tabel 1 pada tanggal 22 Mei 2015, rata-rata pelanggan yang datang lebih sedikit dibandingkan hari kemarin, akan tetapi rata-rata jumlah pelanggan yang dapat dilayani setiap kasirnya lebih banyak dari kemarin. Persentase kesibukan karyawan mengalami penurunan yaitu 90% dan waktu menunggu pun turun yaitu 0.04 jam atau 2.4 menit. P_0 akan terus naik jika minimal ada 2 pelanggan, dan akan terus turun mencapai 0 jika minimal ada 7 pelanggan.

Tabel 6. Hasil Simulasi Penambahan Kasir pada tanggal 22 Mei 2015

No	Karakteristik Operasi	Jumlah pelayan (<i>counters</i>)
		8
1	P_c	0.79
2	$E(m)$ atau L_q	1
3	$E(n)$ atau L_s	7
4	$E(w)$ atau W_q	0.0053 jam
5	$E(v)$ atau W_s	0.03 jam
6	P_0	0

Berdasarkan Tabel 6, persentase kesibukan karyawan turun hingga 79%. Begitu juga halnya dengan waktu menunggu setiap pelanggan akan mengalami penurunan hingga mencapai 0.03 jam atau 1.8 menit.

10.2. Model Tingkat Aspirasi

Berdasarkan data-data diatas, maka untuk menentukan jumlah kasir yang optimal, kita menggunakan model tingkat aspirasi yang merupakan model yang dapat menyelaraskan antara persentase kesibukan pelayan yang diinginkan oleh perusahaan dan waktu menunggu setiap pelanggan perwaktunya.

Setelah melakukan analisis, dimana diketahui bahwa biaya pengoperasian setiap kasir perjamnya adalah Rp10.000,00 sehingga didapatkan hasil seperti pada Tabel 7 – 11.

Tabel 7. Hasil Analisis Model Tingkat Aspirasi Tanggal 18 Mei 2015

c_1	C	X (%)	W_s (menit)	$L_s(c)$	$L_s(c-1)-L_s$	c_2
Rp10.000,00	7	9	2.4	13	∞	$0 \leq c_2 \leq \text{Rp}2.000,00$
	8	21	1.8	8	5	$\text{Rp}2.000,00 \leq c_2 \leq \text{Rp}5.000,00$
	9	...	...	6	2	...

Berdasarkan Tabel 7, dapat dilihat bahwa semakin kecil waktu menunggu pelanggan maka semakin besar pula waktu menganggur karyawan. Jika para pelanggan menginginkan maksimum waktu menunggu mereka 2.4 menit dan persentase kesibukan karyawan yang diinginkan perusahaan 91% maka banyak kasir yang dibutuhkan sebanyak 7 dan biaya setiap pelanggan menunggu kurang dari atau sama dengan Rp2.000,00. Namun jika pelanggan menginginkan waktu menunggu dalam sistem kurang dari 2 menit dan perusahaan menginginkan persentase kesibukan karyawan kurang dari 80% maka jumlah kasir yang dibutuhkan sebanyak 8 dan biaya waktu menunggu tidak lebih kecil dari Rp2.000,00 dan tidak lebih besar dari Rp5.000,00.

Tabel 8. Hasil Analisis Model Tingkat Aspirasi Tanggal 19 Mei 2015

c_1	c	X (%)	W_s (menit)	$L_s(c)$	$L_s(c-1)-L_s$	c_2
Rp10.000,00	7	7	3	17	∞	$0 \leq c_2 \leq \text{Rp}1.111,00$
	8	19	1.8	8	9	$\text{Rp}1.111,00 \leq c_2 \leq \text{Rp}10.000,00$
	9	...	...	7	1	...

Berdasarkan Tabel 8, jika pelanggan menginginkan waktu menunggu maksimal 3 menit dan perusahaan menginginkan persentase kesibukan karyawan lebih dari 90% dan biaya waktu menunggu kurang dari atau sama dengan Rp1.111,00 maka banyak kasir yang dibutuhkan sebanyak 7. Namun jika pelanggan menginginkan waktu menunggu kurang dari 2 menit dan persentase kesibukan karyawan 90% maka kasir yang dibutuhkan sebanyak 8 dan biaya waktu menunggu tidak kurang dari Rp1.111,00 dan tidak lebih dari Rp10.000,00.

Tabel 9. Hasil Analisis Model Tingkat Aspirasi Tanggal 20 Mei 2015

c_1	c	X (%)	W_s (menit)	$L_s(c)$	$L_s(c-1)-L_s$	c_2
Rp10.000,00	7	14	1.8	9	∞	$0 \leq c_2 \leq \text{Rp}5.000,00$
	8	25	1.2	7	2	$\text{Rp}5.000,00 \leq c_2 \leq \text{Rp}10.000,00$
	9	...	...	6	1	...

Berdasarkan Tabel 9, jika pelanggan menginginkan waktu menunggu maksimal 1.8 menit dan persentase kesibukan karyawan lebih dari 90 % serta biaya menunggu kurang dari atau sama

dengan Rp5.000,00 , maka kasir yang dibutuhkan sebanyak 7. Namun jika waktu menunggu di yang diinginkan pelanggan 1.2 menit dan persentase kesibukan karyawan kurang dari 80% dan biaya waktu menunggu tidak kurang dari Rp5.000,00 dan tidak lebih dari Rp10.000,00 maka kasir yang dibutuhkan sebanyak 8.

Tabel 10. Hasil Analisis Model Tingkat Aspirasi Tanggal 21 Mei 2015

c_1	c	X (%)	W_s (menit)	$L_s(c)$	$L_s(c-1)-L_s$	c_2
Rp10.000,00	7	6	3.6	19	∞	$0 \leq c_2 \leq \text{Rp}909,00$
	8	18	1.8	8	11	$\text{Rp}909,00 \leq c_2 \leq \text{Rp}10.000,00$
	9	...	...	7	1	...

Berdasarkan hasil analisis dari Tabel 10, jika waktu menunggu yang di inginkan pelanggan 3.6 menit dan kesibukan karyawan lebih dari 90% dan biaya menunggu kurang dari atau sama dengan Rp909,00 maka kasir yang dibutuhkan sebanyak 7. Namun jika waktu menunggu yang diinginkan pelanggan 1.8 menit dan persentase kesibukan karyawan lebih dari 80% dan biaya waktu menunggu tidak kurang dari Rp909,00 dan tidak lebih dari Rp10.000,00 maka kasir yang dibutuhkan sebanyak 8.

Tabel 11. Hasil Analisis Model Tingkat Aspirasi Tanggal 22 Mei 2015

c_1	c	X (%)	W_s (menit)	$L_s(c)$	$L_s(c-1)-L_s$	c_2
Rp10.000,00	7	10	2.4	13	∞	$0 \leq c_2 \leq \text{Rp}1.667,00$
	8	21	1.8	7	6	$\text{Rp}1.667,00 \leq c_2 \leq \text{Rp}10.000,00$
	9	...	...	6	1	...

Berdasarkan hasil analisis dari Tabel 11, jika pelanggan menginginkan waktu menunggu mereka 2.4 menit dan perusahaan menginginkan kesibukan karyawan 90% serta biaya waktu menunggu kurang dari atau sama dengan Rp1.667,00 maka jumlah kasir yang dibutuhkan sebanyak 7. Namun jika pelanggan menginginkan waktu tunggu mereka kurang dari 2 menit dan kesibukan karyawan kurang dari 80% serta biaya waktu menunggu tidak kurang dari Rp1.667,00 dan tidak lebih dari Rp10.000,00 maka kasir yang dibutuhkan 8.

11. Kesimpulan

1. Model struktur antrian yang digunakan oleh supermarket di Golden Pasar Swalayan Manado adalah *Multi Channel-Single Phase*. Berdasarkan Model Tingkat Aspirasi, pada hari Senin, Rabu, Jumat perusahaan menggunakan 7 kasir sedangkan untuk hari Selasa dan Kamis menggunakan 8 kasir.
2. Kinerja sistem pelayanan pada sistem pembayaran di Golden Pasar Swalayan cukup optimal dengan melihat persentase kesibukan karyawan dan rata-rata waktu menunggu dalam sistem. Penambahan kasir pada saat ramai menjadi 8 kasir mengakibatkan supermarket di Golden Pasar Swalayan lebih optimal dalam melayani pelanggan.

12. Daftar Pustaka

- [1] Taha, H.A. 1997. Riset Operasi : Suatu Pengantar. Jilid 2. Terjemahan Daniel Wirajaya, Binarupa Angkasa, Jakarta.
- [2] Siswanto. 2006. *Operations Research*. Jilid 2. Erlangga, Jakarta.
- [3] Kakiay, T.J. 2004. Dasar Teori Antrian untuk Kehidupan Nyata. Yogyakarta: Andi
- [4] Farkhan.2013. Aplikasi Teori Antrian dan Simulasi pada Pelayanan Teller Bank. *Journal.unnes.ac.id*. 2 (18-19).
- [5] Murthy, D.N.P, N. W, Page dan E.Y, Rodin. 1990. *Mathematical Modelling: A Tools for Problem Solving in Engineering, Physical, Biological and Social Science*. Oxford.