

ANALISIS SISTEM ANTRIAN DALAM OTIMALISASI LAYANAN PADA JABALMART KEFAMENANU

Deoniza Antonia Aprilita Lopez¹, Oktovianus R. Sikas^{2*}, Faustinus Luan³, Leonardus Frengky Obe⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Matematika, Universitas Timor

Email: italopez@gmail.com, oktosikas@gmail.com, luanfausty57@gmail.com, frengkyobe@gmail.com

ABSTRACT

The number of visitors who come to Jabalmart Kefamenanu causes a long queue in front of the cashier. Queuing discipline applied at Jabalmart Kefamenanu is First In First Out, that is customers who come first will be served first. The form of the queuing model in this study at Jabalmart Kefamenanu is a single-phase multi-chanel, namely two or more service facilities and flows through a sibgle line. The purpose of this research is to optimize service at the cashier at Jabalmart Kefamenanu. As for the results of this study, the average service time at each cashier is quite effective because each cashier has a level of service intensity (ρ) < 1 . That is cashier I level of service intensity (ρ) is $0,63 < 1$, cashier II level of service intensity (ρ) is $0,625 < 1$ and cashier III level of service intensity (ρ) is $0,23 < 1$, it can be concluded that the optimal level of service at the Jabalmart Kefamenanu cashier is quite effective and has been said to be optimal.

Keyword: Queue Theory; First In First Out; Multi-Chanel Single-Phase; Service Optimization

ABSTRAK

Banyaknya pengunjung yang datang di Jabalmart Kefamenanu menyebabkan antrian yang begitu panjang di depan kasir pembayaran. Disiplin antrian yang diterapkan di Jabalmart Kefamenanu yakni, *First In First Out* yaitu pelanggan yang datang terlebih dahulu akan dilayani terlebih dahulu. Bentuk model antrian dalam penelitian ini pada Jabalmart Kefamenanu adalah *Multi Chanel Single Phase* yaitu dua fasilitas pelayanan atau lebih (multi) dan dialiri jalur tunggal (single). Tujuan dari penelitian ini untuk mengoptimalkan pelayanan pada kasir di Jabalmart Kefamenanu. Adapun hasil penelitian ini rata-rata waktu pelayanan pada setiap kasir cukup efektif, karena setiap kasir memiliki tingkat intensitas pelayanan (ρ) < 1 yaitu kasir I tingkat intensitas pelayanan (ρ) adalah $0,63 < 1$, kasir II tingkat intensitas pelayanan (ρ) adalah $0,625 < 1$ dan kasir III tingkat intensitas pelayanan (ρ) adalah $0,23 < 1$, dapat disimpulkan bahwa tingkat optimal pelayanan pada kasir di Jabalmart cukup efektif dan sudah dikatakan optimal.

Kata Kunci: Teori Antrian; *First In First Out*; *Multi Chanel Single Phase*; pengoptimalan pelayanan

PENDAHULUAN

Jabalmart Kefamenanu merupakan salah satu pusat perbelanjaan yang menyediakan berbagai jenis kebutuhan harian terutama makanan dan minuman. Kegiatan pemasaran yang dilakukan pada Jabalmart Kefamenanu yaitu dengan menyediakan berbagai jenis produk dari perusahaan (selaku produsen). Banyaknya pengunjung yang datang menyebabkan antrian yang begitu panjang di depan kasir untuk melakukan pembayaran. Akibatnya kasir mengalami kewalahan karena pengunjung yang semula ingin mendapatkan kenyamanan dalam berbelanja menjadi terganggu karena harus mengantri. Menurut Siagian (1987), antrian adalah suatu garis tunggu dari satuan yang membutuhkan layanan dari satu atau lebih fasilitas layanan. Menurut Franklin G. Moore dan T.E. Hendrick (1989), Model antrian didasarkan pada asumsi peluang-peluang matematika tentang bagaimana, berapa banyak dan kapan para pelanggan akan tiba untuk dilayani pada fasilitas pelayanan.

Model antrian yang diterapkan pada Jabalmart Kefamenanu yaitu Multi Chanel Single Phase karena ada dua atau lebih fasilitas pelayanan (kasir) dialiri oleh antrian tunggal. Jabalmart Kefamenanu dibuka dari pukul 07.00-22.00 dari hari senin sampai hari minggu. Jumlah kasir yang dibuka pada pukul 07.00-12.00 adalah 2 jalur kasir sedangkan pukul 13.00-22.00 jumlah jalur kasir yang dibuka yaitu 3 jalur kasir. Berdasarkan observasi jumlah konsumen yang datang pada sore hari sampai malam lebih banyak dibandingkan dengan pagi hari. Jam ramai pada Jabalmart Kefamenanu yaitu dari pukul 16.00-20.00.

Sesuai uraian dan latar belakang permasalahan antrian yang ada di Jabalmart Kefamenanu maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul, "Analisis Sistem Antrian Dalam Optimalisasi Layanan pada Jabalmart Kefamenanu".

METODE

Penelitian dilakukan di Jabalmart Kefamenanu, Kabupaten Timor Tengah Utara. Penelitian dilakukan pada bulan Desember dari tanggal 10 sampai 15 Desember 2021. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini yakni data primer. Data primer penelitian ini diperoleh dengan cara melakukan pengamatan langsung di lokasi penelitian yaitu Jabalmart Kefamenanu Kabupaten Timor Tengah Utara. Jenis penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif karena data yang digunakan berupa jumlah kedatangan dan pelayanan rata-rata waktu pelayanan pada Jabalmart Kefamenanu.

Langkah-langkah pembentukan model antrian yang dilakukan dengan beberapa tahap sebagai berikut:

1. Pengumpulan data
2. Pemeriksaan steady state
3. Metode Analisis Data
4. Uji Kesesuaian
5. Penentuan Model Antrian
6. Analisis Hasil Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengumpulan data

Tabel 1. Data Kedatangan Pelanggan pada Tanggal 10-15 Desember 2021

Tanggal	Kedatangan			Lama Pengamatan		
	Kasir I	Kasir II	Kasir III	Kasir I	Kasir II	Kasir III
10/12/2021	71	86	15	4:26:00	4:28:00	2:51:00
11/12/2021	74	55	34	4:10:00	3:18:00	4:02:00
12/12/2021	38	50	6	2:55:00	3:04:00	1:45:00
13/12/2021	65	64	3	3:16:00	1:54:00	2:01:00
14/12/2021	63	36	32	2:34:00	2:50:00	2:18:00
15/12/2021	69	65	-	2:23:00	2:23:00	-
Jumlah	380	358	90	22:07:00	17:57:00	12:57:00

Berdasarkan pengumpulan data di lapangan maka diperoleh jumlah kedatangan pelanggan selama enam hari dengan rata-rata kedatangan :

- Kasir 1 : 380 pelanggan
- Kasir II : 356 pelanggan
- Kasir III : 90 pelanggan

Tabel 2. Data Pelayanan Pelanggan pada Tanggal 10-15 Desember 2021

Tanggal	Kedatangan			Rata-rata pelayanan/jam		
	Kasir I	Kasir II	Kasir III	Kasir I	Kasir II	Kasir III
10/12/2021	71	86	15	2:19:40	2:11:25	0:19:46
11/12/2021	74	55	34	02:1:44	1:28:06	1:24:32
12/12/2021	38	50	6	1:11:39	2:17:20	0:07:41
13/12/2021	65	64	3	2:15:18	1:44:24	0:04:47
14/12/2021	63	36	32	1:55:28	1:39:09	1:04:01
15/12/2021	69	65	-	2:51:57	2:01:12	
Jumlah	380	358	90	12:35:46	11:21:36	3:00:47

Tabel diberi judul. Judul diletakkan di atas tabel. Tabel dibuat center dan diacu pada naskah. Jika terdapat lebih dari satu tabel maka tabel diberi nomor misalnya Tabel 1, Tabel 2, dan seterusnya. Tulisan dalam tabel 1 spasi, ukuran 11 pt dan diusahakan dalam penyajian tabel tidak terpotong oleh halaman. Jika dalam penyajian tabel tidak cukup disajikan dalam satu kolom, bisa disajikan dengan menggabungkan dua kolom menjadi satu kolom (khusus untuk penyajian kolomnya).

2. Ukuran Steady State

Ukuran *steady state* dalam sistem antrian di mana λ adalah rata-rata laju kedatangan pelanggan dan μ adalah rata-rata waktu pelayanan maka ρ dapat ditulis sebagai berikut:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} < 1$$

Dengan kata lain laju pelayanan harus lebih besar dari pada laju kedatangan. Berikut ini adalah ukuran Steady State pada kasir-kasir pelayanan di Jabalmart :

Kasir I

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{\lambda}{\mu} \\ \rho &= \frac{19}{30} \\ \rho &= 0,63 < 1\end{aligned}$$

Kasir II

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{\lambda}{\mu} < 1 \\ \rho &= \frac{20}{32} \\ \rho &= 0,625 < 1\end{aligned}$$

Kasir III

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{\lambda}{\mu} < 1 \\ \rho &= \frac{7}{30} \\ \rho &= 0,23 < 1\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan dari kasir-kasir di atas memperlihatkan $\rho < 1$ di setiap kasir Jabalmart. Maka setiap kasir pembayaran pada Jabalmart Kefamenanu memenuhi Steady State.

3. Uji Kesesuaian

Untuk menguji kesesuaian dilakukan dengan menggunakan uji Kolmogorov Smirnov dan pengujian menggunakan IMB SPSS Statistic 25 untuk mengetahui apakah kedatangan pelanggan pada Jabalmart berdistribusi poisson dan eksponensial. Uji hipotesis dilakukan apakah distribusi tersebut sesuai dengan distribusi pengamatan dengan menggunakan nilai probabilitas (asympt.sig. (2-tailed)) $\alpha = 0.05$. Hipotesis pengujian H_0 : data berdistribusi poisson dan H_1 : data tidak berdistribusi poisson dengan daerah penolakan H_0 ditolak jika nilai probabilitas $<$ tingkat signifikansi dan H_0 diterima jika nilai probabilitas \geq tingkat signifikansi.

Hasil pengujian distribusi poisson disajikan dalam gambar berikut ini:

a. Kasir I:

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		kedatangan
N		6
Poisson Parameter ^{a,b}	Mean	63.33
Most Extreme Differences	Absolute	.300
	Positive	.166
	Negative	-.300
Kolmogorov-Smirnov Z		.735
Asymp. Sig. (2-tailed)		.653

a. Test distribution is Poisson.

b. Calculated from data.

Gambar 1. Hasil Uji Kecocokan Distribusi Kedatangan Pada Kasir I Jabalmart Kefamenanu

b. Kasir II:

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		kedatangan2
N		6
Poisson Parameter ^{a,b}	Mean	59.67
Most Extreme Differences	Absolute	.239
	Positive	.218
	Negative	-.239
Kolmogorov-Smirnov Z		.584
Asymp. Sig. (2-tailed)		.884

a. Test distribution is Poisson.

b. Calculated from data.

Gambar 2. Hasil Uji Kecocokan Distribusi Kedatangan Pada Kasir II Jabalmart Kefamenanu

c. Kasir III:

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		kedatangan3
N		5
Poisson Parameter ^{a,b}	Mean	18.00
Most Extreme Differences	Absolute	.399
	Positive	.399
	Negative	-.398
Kolmogorov-Smirnov Z		.892
Asymp. Sig. (2-tailed)		.404

a. Test distribution is Poisson.

b. Calculated from data.

Gambar 3. Hasil Uji Kecocokan Distribusi Kedatangan Pada Kasir III Jabalmart Kefamenanu

Hasil pengujian distribusi eksponensial disajikan dalam gambar berikut ini :

a. Kasir I :

		hari1	hari2	hari3	hari4	hari5	hari6
N		71	74	38	65	63	69
Exponential parameter λ	Mean	1.967593915	1.644919926	1.885245895	2.081447815	1.833456709	2.492141585
Most Extreme Differences	Absolute	.156	.120	.189	.137	.151	.141
	Positive	.122	.053	.042	.069	.054	.035
	Negative	-.156	-.120	-.189	-.137	-.151	-.141
Kolmogorov-Smirnov Z		1.319	1.032	1.163	1.101	1.202	1.188
Asymp. Sig. (2-tailed)		.062	.237	.134	.177	.111	.130

a. Test Distribution is Exponential.
b. Calculated from data.

Gambar 4. Hasil Uji Kecocokan Distribusi Waktu Pelayanan Pada Kasir I Jabalmart Kefamenanu

b. Kasir II:

		hari1	hari2	hari3	hari4	hari5	hari6
N		86	55	50	64	36	65
Exponential parameter λ	Mean	1.527528655	2.246572200	2.746600000	1.583437500	2.754166667	1.865076923
Most Extreme Differences	Absolute	.133	.135	.194	.167	.241	.164
	Positive	.054	.053	.071	.062	.099	.080
	Negative	-.133	-.135	-.194	-.167	-.241	-.164
Kolmogorov-Smirnov Z		1.234	.998	1.375	1.339	1.448	1.319
Asymp. Sig. (2-tailed)		.095	.273	.046	.055	.030	.062

a. Test Distribution is Exponential.
b. Calculated from data.

Gambar 5. Hasil Uji Kecocokan Distribusi Waktu Pelayanan Pada Kasir II Jabalmart Kefamenanu

c. Kasir III:

		hari1	hari2	hari3	hari4	hari5
N		15	34	6	3	32
Exponential parameter λ	Mean	1.318000000	2.486764706	1.281666667	1.593333333	2.000312500
Most Extreme Differences	Absolute	.388	.238	.382	.432	.212
	Positive	.174	.105	.213	.180	.088
	Negative	-.388	-.238	-.382	-.432	-.212
Kolmogorov-Smirnov Z		1.501	1.386	.936	.747	1.199
Asymp. Sig. (2-tailed)		.022	.043	.345	.631	.113

a. Test Distribution is Exponential.
b. Calculated from data.

Gambar 6. Hasil Uji Kecocokan Distribusi Waktu Pelayanan Pada Kasir III Jabalmart Kefamenanu

4. Ukuran Kerja Sistem

Ukuran kerja sistem antrian pada Jabalmart Kefamenanu yaitu :

Kasir I

Jumlah rata-rata pelanggan dalam sistem :

$$L_s = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$$

$$= \frac{19}{30 - 19}$$

$$= 1,72 \approx 2$$

Artinya ada 2 orang dalam sistem.

Jumlah waktu rata-rata yang dihabiskan dalam sistem :

$$W_s = \frac{1}{\mu - \lambda}$$

$$= \frac{1}{30 - 19}$$

$$= 0,09$$

Artinya rata-rata waktu yang dihabiskan pelanggan dalam sistem adalah 0,09 jam atau 5,4 menit.
Jumlah rata-rata waktu pelanggan yang menunggu dalam antrian :

$$W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$$

$$= \frac{19}{30(30 - 19)}$$

$$= \frac{19}{330}$$

$$= 0,057$$

Artinya rata-rata waktu pelanggan menunggu dalam antrian adalah 0,057 jam atau 3,42 menit.
Jumlah rata-rata pelanggan yang menunggu dalam antrian

$$L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$$

$$= \frac{19^2}{30(30 - 19)}$$

$$= \frac{361}{330}$$

$$= 1,09 \approx 1$$

Artinya ada 1 orang yang menunggu dalam antrian.

Peluang masa sibuk

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

$$= \frac{19}{30}$$

$$= 0,63$$

Peluang masa sibuk adalah 0,63.

Probabilitas 0 pelanggan dalam sistem

$$P_0 = 1 - \frac{\lambda}{\mu}$$

$$= 1 - \frac{19}{30}$$

$$= 0,36$$

Probabilitas 0 pelanggan dalam sistem adalah 0,36.

Kasir II

Jumlah rata-rata pelanggan dalam sistem :

$$L_s = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$$

$$= \frac{20}{32 - 20}$$

$$= 1,6$$

Artinya ada 2 orang dalam sistem

Jumlah waktu rata-rata yang dihabiskan dalam sistem :

$$W_s = \frac{1}{\mu - \lambda}$$

$$= \frac{1}{32 - 20}$$

$$= 0,08$$

Artinya rata-rata waktu yang dihabiskan pelanggan dalam sistem adalah 0,08 jam atau 4,8 menit.
Jumlah rata-rata waktu pelanggan yang menunggu dalam antrian :

$$W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{20}{32(32 - 20)} \\
 &= \frac{20}{384} \\
 &= 0,05
 \end{aligned}$$

Artinya rata-rata waktu pelanggan menunggu dalam antrian adalah 0,05 jam atau 3 menit.

Jumlah rata-rata pelanggan yang menunggu dalam antrian

$$\begin{aligned}
 L_q &= \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} \\
 &= \frac{20^2}{32(32 - 20)} \\
 &= \frac{400}{384} \\
 &= 1,04 \approx 1
 \end{aligned}$$

Artinya ada 1 orang yang menunggu dalam antrian.

Peluang masa sibuk

$$\begin{aligned}
 \rho &= \frac{\lambda}{\mu} \\
 &= \frac{20}{32} \\
 &= 0,625
 \end{aligned}$$

Peluang masa sibuk adalah 0,625.

Probabilitas 0 pelanggan dalam sistem

$$\begin{aligned}
 P_0 &= 1 - \frac{\lambda}{\mu} \\
 &= 1 - \frac{20}{32} \\
 &= 0,375
 \end{aligned}$$

Probabilitas 0 pelanggan dalam sistem adalah 0,39.

Kasir III

Jumlah rata-rata pelanggan dalam sistem :

$$\begin{aligned}
 L_s &= \frac{\lambda}{\mu - \lambda} \\
 &= \frac{7}{30 - 7} \\
 &= 0,30
 \end{aligned}$$

Artinya hampir tidak ada orang dalam sistem.

Jumlah waktu rata-rata yang dihabiskan dalam sistem :

$$\begin{aligned}
 W_s &= \frac{1}{\mu - \lambda} \\
 &= \frac{1}{30 - 7} \\
 &= 0,04
 \end{aligned}$$

Artinya rata-rata waktu yang dihabiskan pelanggan dalam sistem adalah 0,04 jam atau 2,4 menit.

Jumlah rata-rata waktu pelanggan yang menunggu dalam antrian :

$$\begin{aligned}
 W_q &= \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} \\
 &= \frac{7}{30(30 - 7)} \\
 &= \frac{7}{690} \\
 &= 0,01
 \end{aligned}$$

Artinya rata-rata waktu pelanggan menunggu dalam antrian adalah 0,01 jam atau 0,6 menit.

Jumlah rata-rata pelanggan yang menunggu dalam antrian

$$\begin{aligned}
 L_q &= \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} \\
 &= \frac{49}{30(30 - 7)} \\
 &= \frac{49}{690} \\
 &= 0,07
 \end{aligned}$$

Artinya hampir tidak ada orang yang menunggu dalam antrian.
Peluang masa sibuk

$$\begin{aligned}
 \rho &= \frac{\lambda}{\mu} \\
 &= \frac{7}{30} \\
 &= 0,23
 \end{aligned}$$

Peluang masa sibuk adalah 0,23.
Probabilitas 0 pelanggan dalam sistem

$$\begin{aligned}
 P_0 &= 1 - \frac{\lambda}{\mu} \\
 &= 1 - \frac{7}{30} \\
 &= 0,76
 \end{aligned}$$

Probabilitas 0 pelanggan dalam sistem adalah 0,76.

5. Kinerja Sistem yang Optimal

Berdasarkan hasil kinerja sistem pada ketiga kasir pembayaran di Jabalmart maka, dapat diketahui bahwa:

a. Kasir I

Jumlah rata-rata pelanggan dalam sistem (L_s) adalah 2 orang, jumlah waktu yang dihabiskan pelanggan dalam sistem (W_s) adalah 5,4 menit, jumlah rata-rata waktu pelanggan menunggu dalam antrian (W_q) adalah 3,42 menit, jumlah rata-rata pelanggan yang menunggu dalam antrian (L_q) adalah 1 orang, peluang masa sibuk (ρ) adalah 0,63 dan probabilitas 0 pelanggan dalam sistem 0,36. Maka dapat disimpulkan bahwa pada kasir I tidak terjadi kesibukan pada sistem antrian karena tingkat intensitas pelayanan (ρ) adalah 0,63 dan tidak terjadi penumpukan antrian.

b. Kasir II

Jumlah rata-rata pelanggan dalam sistem (L_s) adalah 2 orang, jumlah waktu yang dihabiskan pelanggan dalam sistem (W_s) adalah 4,8 menit, jumlah rata-rata waktu pelanggan menunggu dalam antrian (W_q) adalah 3 menit, jumlah rata-rata pelanggan yang menunggu dalam antrian (L_q) adalah 1 orang, peluang masa sibuk (ρ) adalah 0,625 dan probabilitas 0 pelanggan dalam sistem 0,375. Maka dapat disimpulkan bahwa pada kasir II tidak terjadi kesibukan pada sistem antrian karena tingkat intensitas pelayanan (ρ) adalah 0,625 dan tidak terjadi penumpukan antrian.

c. Kasir III

Jumlah rata-rata pelanggan dalam sistem (L_s) adalah 0,30 atau hampir tidak ada orang dalam sistem, jumlah waktu yang dihabiskan pelanggan dalam sistem (W_s) adalah 2,4 menit, jumlah rata-rata waktu pelanggan menunggu dalam antrian (W_q) adalah 0,6 menit, jumlah rata-rata pelanggan yang menunggu dalam antrian (L_q) adalah 0,07 atau hampir tidak ada orang, peluang masa sibuk (ρ) adalah 0,23 dan probabilitas 0 pelanggan dalam sistem 0,76. Maka dapat disimpulkan bahwa pada kasir III terjadi kesibukan pada sistem antrian karena tingkat intensitas pelayanan (ρ) adalah 0,23 dan tidak terjadi penumpukan antrian.

KESIMPULAN DAN SARAN

Adapun kesimpulan berdasarkan pembahasan bahwa tingkat optimal kinerja sistem antrian pada Jabalmart Kefamenanu dengan model *Multi Chanel Single Phase* cukup efektif karena setiap kasir memiliki tingkat intensitas pelayanan (ρ) < 1 . Yaitu Kasir I tingkat intensitas pelayanan (ρ) adalah $0,63 < 1$, Kasir II tingkat intensitas pelayanan (ρ) adalah $0,625 < 1$ dan Kasir III tingkat intensitas pelayanan (ρ) adalah $0,23 < 1$.

REFERENCES

- A.K Erlang. 2011. " Sejarah Teori Antrian " Dalam Modul Operasional. Jakarta.
- Bataona, Nyoko dan Nursiani. 2020. Analisis Sistem Antrian Dalam Optimalisasi Layanan Di Supermarket Hyperstore. Kupang .
- Dwi, D. I. 2010. Pengoptimalan Pelayanan nasabah Dengan Menggunakan Penerapan teori Antrian Pada PT.BNI (Persero) TBK. Kantor Cabang Utama (KCU) Melawai Raya. Tidak Di Publikasikan. Skripsi. Jakarta: Universitas Islam negeri Syarif Hidayatullah. <https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/1288/I/DWI%20DIRA%20INDRIYA%20NI-FEB.PDF>[20 juni 2013]
- Elida, P. 2009. Simulasi Antrian Dan Implementasinya. Tidak Dipublikasikan. Skripsi. Medan: Universitas Sumatra Utara. <https://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/14027/1/09E2904>. PDF[20 juni 2013]
- Handayani. 2010. Analisis Antrian Pada Minimarket Dengan Menggunakan Teori Antrian Untuk Menentukan Pelayanan Yang Optimal. Universitas Gunadarma.
- Jay, H. dan Barry R. 2005. Operation Manajement. Th7ed., Prentice Hall, New Jersey.
- Linda, S. 2018. Analisis Sistem Antrian Pelanggan Bank Rakyat Indonesia (BRI) Cabang Bandar Lampung Menggunakan Model Antrian Multi Channel-Single Phase. Lampung : Universitas Islam Negeri Raden Intan.
- Licker, M. D. 2003. Dictionary of Mathematics Second Edition. New York: McGraw-Hill.
- Moore, G. F, dan Thomas, E. H. 1989. Manajemen Produksi Dan Operasi. Bandung: Remaja Karya.
- Schroeder, R. G. 1989. Manajement Operasi : Pengambilan Keputusan Dalam suatu Fungsi Operasi. Edisi Ketiga. Jilid 1. Jakarta. Penerbit Erlangga.
- Siagian, P. 1987. Penelitian Operasional: Teori dan Praktek. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Supranto, J. 1987. Riset Operasi Untuk Pengambilan Keputusan. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Tarlich, T. dan Dimiyati, A. 1987. Operations Research, Model-model Pengambilan Keputusan. Bandung: Sinar Baru Algesindo.