



Analisis Sistem Antrian Pelayanan Registrasi Mahasiswa di BAAK Universitas Tridinanti Palembang

Mahmud Basuki*

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Tridinanti, Jalan Kapten Marzuki No.2446, Kota Palembang, Sumatera Selatan 30129 Indonesia

ARTICLE INFORMATION

Article history:

Received: March 9, 2018

Revised: May 10, 2018

Accepted: July 1, 2018

Kata Kunci:

Antrian
Mahasiswa
Server

Keywords:

Queue
Server
Student

*Corresponding Author

Mahmud Basuki
E-mail:mahmudbasuki@univ-tridinanti.ac.id

A B S T R A K

Biro Administrasi Akademik dan Kemahasiswaan (BAAK) Universitas Tridinanti Palembang (UTP) merupakan lembaga yang melayani administrasi akademik dan kemahasiswaan UTP. Pengesahan KRS (Kartu Rencana Studi), pengurusan transkip nilai, dan pengambilan ijazah merupakan keperluan mahasiswa di BAAK, sehingga pada kondisi registrasi mahasiswa terutama diakhir masa registrasi, terjadilah antrian yang cukup padat yang mayoritas mahasiswa keperluannya adalah pengesahan KRS. Salah satu faktor penyebabnya bisa karena kurangnya server (petugas pelayanan). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kebutuhan jumlah server yang sebaiknya digunakan BAAK UTP menggunakan teori antrian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi antrian dalam kondisi padat, perlu ditambahkan 1 server sehingga menjadi 4 server, tingkat kegunaannya yaitu 79%.

A B S T R A C T

Administrative Bureau of Academic and Student Affairs (BAAK) Tridinanti University of Palembang (UTP) is an institution that serves the academic administration and UTP student affairs. The approval of the KRS (Card Study Plan), the management of transcripts of grades, and the taking of diplomas are the requirements of the students at BAAK, so in the registration condition of the students, especially at the end of the registration period, there is a solid queue that the majority of the students need is the endorsement of KRS. One factor could be due to lack of servers (service personnel). The purpose of this study to determine the needs of the number of servers that should be used BAAK UTP using queue theory. The results showed that the condition of queue in solid condition, need to be added 1 server so that become 4 server, level of usage that is 79%.

© 2018 Penerbit UNSERA. All rights reserved

PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari sering dijumpai antrian. Salah satu faktor penyebabnya adalah karena jumlah pengunjung dan *server* (petugas pelayanan) yang tidak seimbang. Contoh antrian yang terjadi seperti antrian nasabah di bank, antrian masyarakat membayar pajak di kantor pajak, antrian konsumen dalam mengisi bahan bakar minyak, antrian konsumen di warung makan, antrian mahasiswa dalam proses administrasi kuliah, dan lain sebagainya. Dari sudut pandang konsumen, jika terdapat pilihan lebih baik mengantre atau tidak mengantre, tentu

pilihan yang akan dipilih adalah tidak mengantre, sehingga keperluannya akan cepat terselesaikan tanpa harus berlama-lama menunggu.

Proses antrian berhubungan dengan kedatangan pelanggan pada fasilitas pelayanan, waktu antrian dan meninggalkan fasilitas tersebut [1]. Antrian bisa terjadi karena faktor kurangnya kecepatan pelayanan *server* (petugas pelayanan), atau juga bisa terjadi karena faktor jumlah *server* yang melayani tidak memadai. Antrian yang terjadi dapat diminimalisir dengan dilakukannya penganalisaan terhadap kondisi antrian dengan metode Teori Antrian, kemudian

diambil tindakan untuk mengatasi masalah antrian tersebut.

Universitas Tridinanti Palembang (UTP) merupakan kampus terkemuka yang berada di pusat Kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan yang dikelola oleh Yayasan Pendidikan Nasional Tridinanti (YPNT). YPNT didirikan sejak tanggal 7 Februari 1977, sedangkan UTP telah mendapat persetujuan pendirian perguruan tinggi dari Kopertis Wilayah II Palembang dengan Nomor SK. 449/Kop.II/1983 tertanggal 11 Mei 1983 (Rencana Induk Pengembangan UTP, 2016). Secara umum administrasi UTP ditopang oleh dua lembaga yaitu BAAK (Biro Administrasi Akademik dan Kemahasiswaan) dan BAUK (Biro Administrasi Umum dan Keuangan).

Antrian terjadi karena kebutuhan pelayanan melebihi kemampuan pelayanan sehingga pengguna pelayanan tidak mendapatkan pelayanan[2].. Sistem antrian yang tidak efisien menyebabkan pengguna layanan meninggalkan antrian dan kembali di hari yang lain[3]. Hal ini berdampak pada ketidakpuasan dan kekecewaan pengguna layanan.

Berdasarkan penerapan model antrian diketahui kinerja sistem antrian PT PLN (Persero) area Bali kurang efektif karena rata-rata pelayanan hanya sibuk antara 30%-50% dari jam kerja. Hal ini disebabkan karena jumlah pelanggan dalam sistem tiap harinya hanya berkisar 3-5 orang [4]. Hal ini akan berbeda jika jumlah yang masuk sistem antrian banyak. Beberapa penelitian mendapatkan hasil bahwa penambahan jumlah pelayanan merupakan solusi optimal untuk mengurangi antrian yang terjadi [5]-[8].

Penelitian ini mencoba menganalisa sistem pelayanan BAAK UTP sebagai analisa awal sebagai tindak lanjut pengambilan keputusan manajemen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi antrian di BAAK UTP, apakah dalam kategori padat atau tidak, menganalisa menggunakan teori antrian untuk penentuan *server* (petugas pelayanan) yang sebaiknya digunakan oleh BAAK UTP dalam melayani mahasiswa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Biro Administrasi Akademik dan Kemahasiswaan (BAAK) Universitas Tridinanti Palembang (UTP) yang beralamatkan di Jalan Kapten Marzuki No. 2446 Kamboja Palembang, Sumatera Selatan 30129. Proses pengamatan dilakukan bertepatan

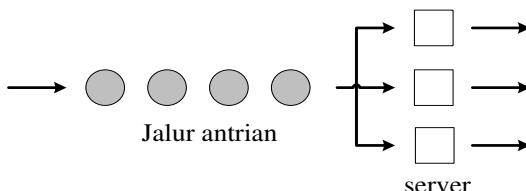
dengan jadwal registrasi mahasiswa yaitu pada tanggal 20 Februari 2017 – 04 Maret 2017, namun data yang akan dianalisa adalah data dimana hari yang paling padat saat registrasi mahasiswa yaitu bertepatan hari Sabtu pada tanggal 04 Maret 2017. Waktu pelayanan hari Senin-Kamis pukul 08.00-16.00 WIB, hari Jum'at pukul 08.00-11.30 WIB, hari Sabtu pukul 08.00-12.30. Penelitian ini dilakukan selama dua jam mulai pukul 09.00 WIB – 11.00 WIB, dimana data primernya adalah jumlah kedatangan mahasiswa, dan waktu pelayanan *server* (petugas pelayanan) kepada mahasiswa. Adapun data sekunder dalam penelitian ini yaitu profil UTP dan profil BAAK UTP.

Alasan pemilihan lokasi di BAAK UTP adalah banyaknya keperluan mahasiswa seperti pengesahan KRS (Kartu Rencana Studi), pengurusan transkip nilai, dan pengambilan ijazah. Berdasarkan data ristekdikti, jumlah mahasiswa aktif UTP adalah sebanyak 4.460 mahasiswa (forlap.ristekdikti.go.id, 2017). Sehingga keperluan mahasiswa di BAAK UTP cukup banyak. Melihat kondisi kantor BAAK UTP yang terletak di Gedung KPA (Kantor Pusat Administrasi) lantai 3 cukup banyak didatangi mahasiswa, maka terjadi antrian saat proses pelayanan. Karena faktor tersebut, maka dipandang perlu bagi peneliti untuk melakukan kajian analisa terhadap kondisi antrian di BAAK UTP.

Tahapan penelitian ini dimulai dengan pemilihan disiplin pelayan (*First come first served* (FCFS) atau *first in first out* (FIFO)), struktur antrian (*multiple channel single phase*), dan model antrian Model: $(M / M / s / \infty / \infty)$. Batasan masalah dalam penelitian ini adalah penelitian ini dilakukan saat kondisi terpadat dengan antrian terpanjang yaitu dihari akhir registrasi, Sabtu, 04 Maret 2017. *Server* (petugas pelayanan) di BAAK UTP ada 3 pelayan ($s=3$). Sistem menggunakan *First Come First Served* (FCFS) dimana yang datang lebih dahulu akan dilayani.

First come first served (FCFS) atau *first in first out* (FIFO) adalah suatu peraturan dimana yang akan dilayani sistem pelayanan yang akan memproses layanan berdasarkan waktu kedatangan pelanggan. Pelanggan yang datang lebih dahulu akan menerima pelayanan terlebih dahulu [9]. Konsep ini banyak digunakan pada sistem antrian tiket kereta api, pelayanan akademik mahasiswa, sistem antrian di bank atau antrian yang berhubungan dengan pelayanan publik.

Multiple Channel Single Phase merupakan sistem *multiple channel single phase* terjadi pada dua atau lebih fasilitas pelayanan dialiri oleh aliran tunggal[10]. Contoh model ini adalah pembelian tiket yang dilayani lebih dari satu loket pelayanan, nasabah yang dilayani lebih dari satu orang *teller* dan lain sebagainya.



Gambar 1. Model *Multiple Channel Single Phase*

Fasilitas Sistem Antrian

Bila barisan penunggu terus bertambah, mengatasinya maka sistem antrian dapat direncanakan dengan mengubah laju pelayanan atau menambah tempat pelayanan (s) yang diharapkan mempunyai batasan $\frac{\lambda}{s\mu} < 1$. Batasan ini menunjukkan bahwa keadaan pelayanan telah memiliki rata-rata total kapasitas pelayanan lebih besar dari laju rata-rata kedatangan. Dengan demikian, proses kedatangan pelanggan dan pelayanan akan berjalan dalam kondisi sementara (*transient*) dan secara bertahap akan mencapai kondisi tetap (*steady state*) setelah melampaui waktu yang cukup lama.

Pada kondisi sementara, sistem antrian terus-menerus tergantung pada waktu. Sedangkan pada kondisi tetap, proses antrian berlangsung dalam keadaan yang sudah stabil dengan $\frac{\lambda}{s\mu} < 1$ sehingga semua kedatangan dapat dilayani. Tetapi sebaliknya, jika rata-rata laju kedatangan lebih besar dari laju pelayanan, maka sistem antrian tidak akan pernah mencapai kondisi tetap berapapun waktu yang dilalui, bila ukuran antrian bertambah sejalan dengan waktu [11].

Model Sistem Antrian

Notasi standar yang digunakan adalah sebagai berikut [12]:

(a / b / c / d / e)

Dimana simbol a, b, c, d, dan e merupakan elemen dasar dari model antrian:

a : distribusi kedatangan

b : distribusi waktu pelayanan

c : jumlah fasilitas pelayanan ($s = 1, 2, 3, \dots, \infty$)

d : jumlah konsumen maksimum dalam sistem
e : ukuran pemanggilan populasi atau sumber

Model: (M / M / s / ∞ / ∞)

Rata-rata tingkat kedatangan lebih kecil daripada tingkat pelayanan keseluruhan (*agregat*) atau penjumlahan segenap rata-rata tingkat pelayanan di tiap jalur. Model antrian akan berguna bila kondisi-kondisi berikut terpenuhi [12] yaitu (1) Jumlah kedatangan tiap satuan waktu mengikuti distribusi Poisson (2) Waktu pelayanan berdistribusi eksponensial (3) Distribusi antrian yang pertama datang pertama dilayani (FCFS) (4) Sumber populasi tak terbatas (5) Ada jalur tunggal (6) Tingkat rata-rata kedatangan lebih kecil daripada tingkat rata-rata pelayanan. Panjang antrian tidak terbatas.

Bila syarat-syarat tersebut dipenuhi, bisa dianalisis sistem antrian melalui rangkaian persamaan yang telah diderivasikan. Persamaan-persamaan ini menggunakan notasi-notasi berikut:

λ : tingkat rata-rata kedatangan per satuan waktu (unit/waktu)

μ : tingkat rata-rata pelayanan per satuan waktu (unit/waktu)

L_s : rata-rata jumlah individu dalam sistem (unit)

L_q : rata-rata jumlah individu dalam antrian (unit)

W_s : rata-rata waktu dalam sistem (jam)

W_q : rata-rata waktu dalam antrian (jam)

P_n : probabilitas terdapat n individu dalam sistem (frekuensi relatif)

P_0 : probabilitas tidak ada individu dalam sistem (frekuensi relatif)

P_w : probabilitas menunggu dalam sistem (frekuensi relatif)

ρ : tingkat kegunaan fasilitas pelayanan (rasio)

Persamaan untuk model ini tergantung (M / M / s / ∞ / ∞) adalah rata-rata jumlah konsumen dalam sistem dan antrian masing-masing sebagai berikut[12]:

1. Probabilitas bahwa tidak ada konsumen dalam sistem (semua server menganggur) adalah:

$$P_0 = \frac{1}{\left[\sum_{n=0}^{s-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \right] + \frac{1}{s!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^s \left(\frac{s\mu}{s\mu - \lambda} \right)} \quad (1)$$

2. Probabilitas bahwa seorang konsumen memasuki sistem dan harus menunggu untuk dilayani (probabilitas semua server sibuk) adalah:

$$P_w = \frac{1}{s!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^s \left(\frac{s\mu}{s\mu - \lambda} \right) P_0 \quad (2)$$

3. Rata-rata jumlah konsumen dalam sistem adalah:

$$L_s = \frac{\lambda \mu (\frac{\lambda}{\mu})^s}{(s-1)!(s\mu-\lambda)^2} P_0 + \frac{\lambda}{\mu} \quad (3)$$

4. Rata-rata jumlah konsumen dalam antrian adalah:

$$L_q = L_s - \frac{\lambda}{\mu} \quad (4)$$

5. Rata-rata waktu dalam sistem adalah:

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda} \quad (5)$$

6. Rata-rata waktu dalam antrian adalah:

$$W_q = W_s - \frac{1}{\mu} \quad (6)$$

7. Tingkat kegunaan fasilitas pelayanan:

$$\rho = \frac{\lambda}{s\mu} \quad (7)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sesuai batasan masalah yang sudah disampaikan bahwa penelitian ini dilakukan pada hari yang terdapat antrian panjang yaitu di hari terakhir jadwal registrasi. Hal ini dikarenakan mahasiswa UTP didominasi oleh karyawan, sehingga mereka memilih untuk melakukan pengesahan KRS di hari Sabtu dan di hari akhir jadwal registrasi yaitu Sabtu, 04 Maret 2017.

Penelitian ini dalam pengambilan data kedatangan mahasiswa (λ) dilakukan setiap 5 menit sekali, sehingga dalam waktu mulai pukul 09.00 WIB sampai dengan 11.00 WIB terdapat 24 variabel data. Adapun total mahasiswa yang tercatat saat dilakukannya pengamatan di BAAK UTP mulai pukul 09.00 WIB sampai dengan 11.00 WIB yaitu 297 mahasiswa.

Karena perhitungan antrian menggunakan satuan jam, maka kedatangan mahasiswa (λ) per/jam disajikan dalam perhitungan berikut:

$$\lambda = \frac{297}{120} = 2,48 \approx 3 \text{ mahasiswa per/menit}$$

$$\lambda = 2,48 \times 60 \text{ menit} = 148,5 \approx 149 \text{ mahasiswa per/jam}$$

Dalam pengambilan data waktu pelayanan mahasiswa (μ) dilakukan perhitungan menggunakan *stopwatch* pada mahasiswa yang

sedang dilayani oleh *server* (petugas pelayanan). Data yang diambil sebanyak 40 pelayanan terhadap mahasiswa. Jika ditotal ke 40 data waktu pelayanan tersebut adalah 51 menit atau 3087 detik. Sehingga rata-rata pelayanan per/mahasiswa yaitu 1,29 menit/mahasiswa.

$$\left(\frac{1}{\mu}\right) = \frac{3087}{40} = 77,18 \text{ detik/mahasiswa}$$

$$= 1,29 \text{ menit/mahasiswa}$$

$$\mu = \frac{60 \text{ menit}}{1,29} = 46,65 \text{ mahasiswa/jam}$$

$$\approx 47 \text{ mahasiswa/jam}$$

Terdapat tiga petugas pelayanan dan sistem yang digunakan *First Come First Served* (FCFS), maka model antrian yang digunakan dalam analisa yaitu model antrian Model: (M / M / s / ∞ / ∞), dimana *server* atau petugas pelayanan lebih dari satu. Model antrian tersebut dapat disimulasikan untuk sistem yang berada dalam kondisi tetap (*Steady State*) dimana $\frac{\lambda}{s\mu} < 1$

Keterangan:

λ : tingkat kedatangan

S :*server* atau petugas pelayanan

μ : tingkat pelayanan

Untuk mengetahui, apakah antrian pada penelitian ini dalam kategori padat atau tidak, maka perlu adanya suatu batasan. Berikut adalah batasannya $\frac{\lambda}{s\mu} < 1$. Batasan ini menunjukkan bahwa keadaan pelayanan telah memiliki rata-rata total kapasitas pelayanan lebih besar dari laju rata-rata kedatangan.

Untuk mengetahui apakah sistem berada pada kondisi tetap atau belum dengan nilai $s = 3$. Berikut perhitungannya:

$$\frac{\lambda}{s\mu} = \frac{149}{3 \times 47} = \frac{149}{141} = 1,06 > 1$$

Melihat perhitungan di atas, 1,06 menunjukkan bahwa sistem antrian belum berada dalam kondisi tetap (*Steady State*) dikarenakan $\frac{\lambda}{s\mu} < 1$ belum memenuhi, artinya tingkat kegunaan petugas pelayanan sangat sibuk sekali, dengan kesibukan 106%..

Untuk mengurangi tingkat kegunaan petugas pelayanan di bawah 100% dan untuk dapat memenuhi ketentuan $\frac{\lambda}{s\mu} < 1$, maka dibutuhkan penambahan petugas pelayanan. Adapun

penambahannya, dapat dicoba terlebih dahulu dengan penambahan 1 petugas pelayanan. Jadi, yang semula 3 petugas menjadi 4 petugas. Apakah sudah memenuhi ketentuan $\frac{\lambda}{s\mu} < 1$ perhitungannya sebagai berikut:

$$\frac{\lambda}{s\mu} = \frac{149}{4 \times 47} = \frac{149}{188} = 0,79 < 1$$

Dari perhitungan di atas menggunakan 4 *server* (petugas pelayanan), menunjukkan bahwa sistem antrian sudah berada dalam kondisi tetap (*Steady State*) dikarenakan $\frac{\lambda}{s\mu} < 1$ sudah terpenuhi sehingga tingkat kegunaan petugas pelayanan menjadi 79%.

Untuk mengetahui simulasi model antrian untuk 4 *server* (petugas pelayanan) ($s = 4$), berikut perhitungan teori antrian model (M / M / s / ∞ / ∞):

1. Probabilitas bahwa tidak ada mahasiswa dalam sistem (semua *server* menganggur) adalah:

$$P_0 = \frac{1}{\left[\sum_{n=0}^{s-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \right] + \frac{1}{s!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^s \left(\frac{s\mu}{s\mu - \lambda} \right)} \\ = \frac{1}{\left[\frac{1}{0!} \left(\frac{149}{47} \right)^0 + \frac{1}{1!} \left(\frac{149}{47} \right)^1 + \frac{1}{2!} \left(\frac{149}{47} \right)^2 + \frac{1}{3!} \left(\frac{149}{47} \right)^3 \right] + \frac{1}{4!} \left(\frac{149}{47} \right)^4 \left(\frac{4.47}{4.47 - 149} \right)} \\ = 0,03$$

2. Probabilitas bahwa seorang mahasiswa memasuki sistem dan harus menunggu untuk dilayani (probabilitas semua *server* sibuk) adalah:

$$P_w = \frac{1}{s!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^s \left(\frac{s\mu}{s\mu - \lambda} \right) P_0 \\ = \frac{1}{4!} \left(\frac{149}{47} \right)^4 \left(\frac{4.47}{4.47 - 149} \right) \cdot 0,03 \\ = 0,61$$

3. Rata-rata jumlah mahasiswa dalam sistem adalah:

$$L_s = \frac{\lambda \mu \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^s}{(s-1)! (s\mu - \lambda)^2} P_0 + \frac{\lambda}{\mu} \\ = \frac{149 \cdot 47 \left(\frac{149}{47} \right)^4}{(4-1)! (4 \cdot 47 - 149)^2} \cdot 0,03 + \frac{149}{47} \\ = 77,51 \cdot 0,03 + 3,17 = 5,5$$

4. Rata-rata jumlah mahasiswa dalam antrian adalah:

$$L_q = L_s - \frac{\lambda}{\mu} \\ = 5,5 - \frac{149}{47} \\ = 5,5 - 3,17 = 2,32$$

5. Rata-rata mahasiswa waktu dalam sistem adalah:

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda} \\ = \frac{5,5}{149} = 0,04$$

6. Rata-rata mahasiswa waktu dalam antrian

$$W_q = W_s - \frac{1}{\mu} \\ = 0,04 - \frac{1}{47} \\ = 0,02$$

7. Tingkat kegunaan fasilitas pelayanan:

$$\rho = \frac{\lambda}{s\mu} \\ = \frac{149}{4 \cdot 47} = 0,79$$

Hasil perhitungan simulasi model antrian untuk 4 *server* (petugas pelayanan) ($s = 4$) lebih ringkasnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Simulasi Model Antrian dengan 4 *Server* (Petugas Pelayanan)

P_0	P_w	L_s	L_q	W_s	W_q	ρ
0,03	0,61	5,5	2,32	0,04	0,02	0,79

Dari perhitungan simulasi teori antrian model (M / M / s / ∞ / ∞) menggunakan 4 *server* ($s = 4$) di atas merupakan alternatif optimum dalam upaya mengurangi antrian pada jam-jam padat di BAAK UTP. Dimana probabilitas bahwa tidak ada konsumen dalam sistem (semua *server* menganggur) adalah 0,03 (frekuensi relatif). Probabilitas bahwa seorang konsumen memasuki sistem dan harus menunggu untuk dilayani (probabilitas semua *server* sibuk) adalah 0,61 (frekuensi relatif). Rata-rata jumlah mahasiswa yang diharapkan menunggu dalam

sistem adalah 5,5 mahasiswa atau 6 mahasiswa. Rata-rata jumlah mahasiswa yang diharapkan berada dalam antrian adalah 2,32 mahasiswa atau 3 mahasiswa. Rata-rata waktu menunggu yang diharapkan dalam sistem antrian dan pelayanan adalah 0,04 jam atau 2 menit. Rata-rata waktu menunggu yang diharapkan dalam antrian adalah 0,02 jam atau 1 menit. Dan tingkat kegunaan fasilitas pelayanan dengan 4 *server* atau petugas pelayanan adalah 0,79 atau 79 %.

KESIMPULAN

Kondisi antrian hari Sabtu, 04 Maret 2017 dalam kategori sibuk dimana tingkat kegunaan fasilitas (ρ) dengan jumlah *server* (3 petugas pelayanan) hasilnya masih lebih besar dari 1 (106%). Penambahan petugas pelayanan menjadi 4 *server* (petugas pelayanan) mampu menurunkan tingkat kegunaan fasilitas *server* (petugas pelayanan) menjadi 79%. Penambahan *server* pelayanan diharapkan menurunkan rata-rata menunggu mahasiswa dalam sistem menjadi 6 mahasiswa.. Rata-rata waktu menunggu yang diharapkan dalam sistem antrian dan pelayanan adalah 0,04 jam atau 2 menit. Rata-rata waktu menunggu yang diharapkan dalam antrian adalah 0,02 jam atau 1 menit. Penelitian ini merupakan analisis awal untuk mengetahui jumlah *server* yang optimal pada saat jam sibuk. Penelitian ini dapat diteruskan dengan merekayasa sistem antrian untuk mendapatkan model pelayanan yang optimal tanpa penambahan *server* pelayanan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kepada YPNT (Yayasan Pendidikan Nasional Tridinanti), karena penelitian ini merupakan pendanaan DIPA YPNT 2016/2017.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. P. Tinambunan, "Analisis Sistem Antrian pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar (SPBU) Kopkar Nusa Tiga Jl. Sunggal Medan," *J. Manaj. dan Bisnis*, vol. 16, no. 1, pp. 14–34, 2017.
- [2] F. A. Ekoanindyo, "Pemodelan Sistem Antrian Dengan Menggunakan Simulasi," *J. Ilm. Din. Tek.*, vol. 5, no. 1, pp. 72–85, 2011.
- [3] S. K. Mwangi and T. M. Ombuni, "An empirical analysis of queuing model and queuing behaviour in relation to customer satisfaction at Jkuat students finance office," *Am. J. Theor. Appl. Stat.*, vol. 4, no. 4, pp. 233–246, 2015.
- [4] G. N. P. Martha, I. K. G. Sukarsa, and I. P. E. N. Kencana, "Analisis Sistem Antrian pada Loket Pembayaran PT. PLN (Persero) Area Bali Selatan Rayon Kuta," *E-Jurnal Mat.*, vol. 1, no. 1, pp. 6–11, 2012.
- [5] I. Irzani and A. M. Astuti, "Optimalisasi Kualitas Layanan Melalui Analisis Antrian Pada Pusat Pelayanan Mahasiswa di Fakultas Tarbiyah IAIN Mataram," *Beta J. Tadris Mat.*, vol. 5, no. 2, pp. 124–148, 2012.
- [6] S. Jatmika, T. Prasetyo, and B. Poernomo, "Analisis Antrian Model Multi Channel-Singel Phase Dan Optimalisasi Layanan Akademik (Studi Kasus Pada STMIK ASIA Malang)," *Positif*, vol. 3, no. 1, pp. 41–46, 2017.
- [7] H. Xiao and G. Zhang, "The queuing theory application in bank service optimization," in *Logistics Systems and Intelligent Management, 2010 International Conference on*, 2010, vol. 2, pp. 1097–1100.
- [8] M. M. Kembe, E. S. Onah, and S. Iorkegh, "A study of waiting and service costs of a multi-server queuing model in a specialist hospital," *Int. J. Sci. Technol. Res.*, vol. 1, no. 8, pp. 19–23, 2012.
- [9] Z. R. M. Azmi, K. A. Bakar, A. H. Abdullah, M. S. Shamsir, and W. N. W. Manan, "Performance comparison of priority rule scheduling algorithms using different inter arrival time jobs in grid environment," *Int. J. Grid Distrib. Comput.*, vol. 4, no. 3, pp. 61–70, 2011.
- [10] P. Subagyo, M. Asri, and T. . Handoko, *Dasar-dasar Operations Research*. Yogyakarta: BPFE, 2013.
- [11] S. Mulyono, "Riset operasi," *Jakarta Lemb. Penerbit Fak. Ekon. UI*, 2004.
- [12] S. Aminudin, *Prinsip-Prinsip Riset Operasi*. Jakarta: Erlangga, 2005.