

ANALISIS SISTEM ANTRIAN MENGGUNAKAN METODE JACKSON PADA WAHANA *OUTDOOR* SUROBOYO CARNIVAL

Stevan Wijaya Djatmiko T^{1*}, Lusi Mei Cahya W²

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Universitas Katolik Darma Cendika, Surabaya,

Jl. Dr. Ir. H. Soekarno No.201 Surabaya, 60117

*E-mail: stevan_gkpb@yahoo.com

ABSTRAK

Area wahana *outdoor* menjadi tempat favorit bagi pengunjung untuk menikmati berbagai macam wahana andalan Suroboyo *Carnival*. Dari 13 macam Wahana *Outdoor* yang ada di Suroboyo *Carnival*, akan diteliti 6 wahana yang memiliki jumlah antrian pengunjung terbanyak. 6 wahana tersebut, antara lain: wahana *Ferris Wheel* (442 antrian), wahana *Blue Shake* (42 antrian), wahana *Bledak Coaster* (264 antrian), wahana *Omah Mumet* (48 antrian), wahana *Munyer Ser* (57 antrian), dan wahana *Keliling Angkasa* (498 antrian). Penelitian ini menggunakan metode *Jackson* karena memiliki suatu sistem dengan banyak *workstation* (dalam kasus ini adalah wahana) seperti di Suroboyo *Carnival*. Model sistem antrian antar 6 wahana *outdoor* di Suroboyo *Carnival* merupakan sistem antrian *Open Jackson* yang memiliki distribusi kedatangan bersifat *random*, distribusi pelayanan bersifat eksponensial, 6 *workstation*, *First Come First Served*, dengan kapasitas tampung antrian tidak terbatas dan jumlah pengunjung tidak terbatas. Nilai performansi atau nilai peluang untuk sebuah wahana dikunjungi oleh pengunjung ialah: *Keliling Angkasa* (32.32%), *Bledak Coaster* (23.17%), *Ferris Wheel* (10.33%), *Blue Shake* (1.17%), *Munyer Ser* (0.94%), dan *Omah Mumet* (0.73%). Matriks peluang perpindahan pengunjung antar wahana dan simulasi menghasilkan kombinasi $P_6-P_4-P_5-P_2-P_1-P_3$ (Wahana *Keliling Angkasa* – *Omah Mumet* – *Munyer Ser* – *Blue Shake* – *Ferris Wheel* – *Bledak Coaster*) sebagai kombinasi tercepat bagi pengunjung untuk menikmati 6 wahana tersebut dengan waktu tercepat 0.3514 jam, waktu terlama 0.425 jam, dan rata-rata 0.3882 jam.

Kata Kunci: 6 Wahana *Outdoor*, Suroboyo *Carnival*, Model Sistem Antrian *Open Jackson*, Nilai Performansi, Kombinasi Tercepat

ABSTRACT

The outdoor rides area become a favorite place for visitors to enjoy a wide range of mainstay rides at Suroboyo Carnival. Among the 13 kinds of outdoor rides in Suroboyo Carnival, will be studied the 6 rides that have the highest number of visitors. The 6 rides, among others: the Ferris Wheel rides (442 queues), Blue Shake rides (42 queues), Bledak Coaster rides (264 queues), Omah Mumet rides (48 queues), Munyer Ser (57 queues), and Keliling Angkasa rides (498 queues). The Jackson method is very suitable for utilized in the research object that has a system with many workstations (in this case is a vehicle/rides) as in Suroboyo Carnival. The model of queuing system of these 6 outdoor rides in Suroboyo Carnival is using the Open Jackson queuing system which has a random arrival distribution, the distribution of services is exponential, 6 workstations, first come first served, with the unlimited capacities of the queue and also the unlimited the number of visitors. The value of performance scores or the value of opportunities for a vehicle/rides visited by visitors is: Keliling Angkasa (32.32%), Bledak Coaster (23.17%), Ferris Wheel (10.33%), Blue Shake (1.17%), Munyer Ser (0.94%), and Omah Mumet (0.73%). The matrix chances of the visitors shifting between these rides and simulations resulting a combination of $P_6-P_4-P_5-P_2-P_1-P_3$ (Keliling Angkasa - Omah Mumet - Munyer Ser - Blue Shake - Ferris Wheel - Bledak Coaster) as the quickest combination for visitors to enjoy 6 rides with the fastest time 0.3514 hours, the longest time 0.425 hours, and the average time 0.3882 hours.

Keywords: 6 Outdoors Rides, Suroboyo *Carnival*, *Open Jackson Queue System Model*, *Performance Value*, *Fastest Combination*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Suroboyo *Carnival* merupakan salah satu tempat wisata atau tempat rekreasi untuk melepaskan penat bagi masyarakat, pekerja, anak-anak, keluarga, maupun pasangan muda mudi Surabaya. Taman rekreasi yang terletak di Jalan Ahmad Yani memiliki wahana taman lampion, bianglala, *avatar*, *bumper car*, *go kart*, *roller coaster*, *blue shake*, *cinema 4D*, *kid's world*, dan beragam wahana yang lain. Terdapat kurang lebih 50 wahana yang ada dan siap dinikmati oleh pengunjung taman hiburan dan rekreasi ini.

Data antrian yang yang diperoleh dalam bulan Maret 2016 pada akhir pekan menunjukkan bahwa jumlah antrian mencapai lebih dari 100 % pada enam wahana. Wahana tersebut, adalah: *Ferris Wheel*, *Blue Shake*, *Bledek Coaster*, *Omah Mumet*, *Munyer Ser*, dan *Keliling Angkasa*.

Metode *Jackson* merupakan metode penghitungan antrian *multi workstation* yang digunakan pada sistem antrian Suroboyo *Carnival* ini yang memiliki banyak *workstation* (wahana). Hal ini disebabkan metode *Jackson* juga memperhitungkan kedatangan dari luar dan dari dalam sistem itu sendiri, sehingga metode *Jackson* mampu menghitung peluang untuk pengunjung berpindah-pindah dari suatu *workstation* ke *workstation* lainnya.

Suroboyo *Carnival* memiliki jenis sistem antrian *Open Jackson*. *Open Jackson* atau sistem terbuka *Jackson* mempunyai ciri-ciri, yakni suatu sistem dengan banyak fasilitas dalam tiap *workstation* (wahana) dan memiliki pengunjung yang berasal dari *workstation* itu sendiri maupun dari luar *workstation*.

1.2. Tujuan Penelitian

1. Melakukan pemodelan terhadap sistem antrian 6 wahana *outdoor* di Suroboyo *Carnival* dengan menggunakan *software Arena*.
2. Menghitung nilai performansi sistem antrian 6 wahana *outdoor* di Suroboyo *Carnival* menggunakan metode *Jackson*.
3. Menghasilkan kombinasi tercepat agar pengunjung dapat menikmati 6 wahana *outdoor* di Suroboyo *Carnival*.

1.3. Asumsi Asumsi

1. Wahana beroperasi selama 6 jam operasional dari 16.00-22.00 WIB.

2. Tidak hujan.
3. Mesin dan wahana tidak mengalami *trouble*.
4. Wahana boleh dikunjungi lebih dari satu kali oleh pengunjung yang sama.
5. Pengunjung sabar mengantri.
6. Jarak antar wahana tidak memengaruhi minat pengunjung dalam memilih wahana.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Antrian

Sistem antrian adalah suatu himpunan pelanggan, pelayan (loket) serta suatu aturan yang mengatur kedatangan pelanggan dan pemrosesan masalah pelayanan antrian dimana dicirikan oleh lima buah komponen, yaitu: pola kedatangan para pelanggan, pola pelayanan, jumlah pelayanan, kapasitas fasilitas menampung pelanggan, dan aturan dalam melayani pelanggan. (Pangestu, 2000)

Menurut Jay dan Barry, sumber *input* yang menghadirkan kedatangan pelanggan bagi sebuah sistem pelayanan memiliki tiga karakteristik utama:

1. Ukuran Populasi kedatangan
2. Perilaku kedatangan
3. Pola kedatangan (distribusi statistik)

Ukuran populasi kedatangan dilihat sebagai terbatas atau tidak terbatas. Sebuah populasi dinyatakan sebagai populasi terbatas jika di antrian yang terjadi hanya terdapat pengguna pelayanan potensial dengan jumlah terbatas. Sementara populasi yang tidak terbatas terjadi ketika di dalam antrian terdapat materi atau orang-orang yang jumlahnya tidak terbatas, dan dapat datang kapan saja.

Kedatangan dianggap sebagai kedatangan yang acak (*random*) bila kedatangan tersebut tidak terikat satu sama lain dan kejadian kedatangan tersebut tidak dapat diramalkan secara tepat. Sering dalam permasalahan antrian, kedatangan pada setiap setiap unit waktu dapat diperkirakan oleh sebuah distribusi peluang yang disebut sebagai distribusi *Poisson*.

Perilaku kedatangan menggambarkan perilaku pelanggan yang sabar menunggu dalam antrian hingga mereka dilayani atau tidak berpindah baris antrian dan pelanggan yang menolak untuk bergabung dalam antrian karena merasa waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan pelayanan terlalu lama. (Jay dan Barry, 2005)

2.1.1. Tingkat Kedatangan

Pola kedatangan atau yang biasa disebut dengan tingkat kedatangan (λ) dapat dihitung dengan mencari waktu antar kedatangan ($1/\lambda$) terlebih dahulu. Waktu antar kedatangan didapat dari total waktu pemantauan dibagi dengan total pelanggan masuk kesistem, dengan rumus:

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{\text{Total Waktu Pemantauan}}{\text{Jumlah Pelanggan}} \dots\dots \text{(Persamaan 1)}$$

Dengan:

$$\frac{1}{\lambda} = \text{Waktu Antar Kedatangan (waktu/orang)}$$

$$\lambda = \text{Tingkat Kedatangan (orang/waktu)}$$

2.1.2. Tingkat Pelayanan

Lama pelayanan ($1/\mu$) ialah total waktu yang dihitung sejak kedatangan pelanggan dalam sistem antrian sampai selesai pelayanan dibagi dengan jumlah pelanggan yang dilayani. Untuk tingkat pelayanan (μ) ialah mengikuti:

$$\frac{1}{\mu} = \frac{\text{Total Waktu Pelayanan}}{\text{Jumlah Pelanggan}} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2)}$$

Dengan:

$$\mu = \text{Tingkat Pelayanan (orang/waktu)}$$

$$\frac{1}{\mu} = \text{Waktu Pelayanan atau Lama Pelayanan (waktu/orang)}$$

2.1.3. Nilai Performansi

Perhitungan dalam teori antrian berdasarkan syarat bahwa sistem berada dalam kondisi tetap (*steady state*). Dalam penerapan teori antrian harus diperhatikan apakah rata-rata pelayanan lebih besar dari rata-rata kedatangan. Ukuran kondisi tetap adalah: (Pangestu, dkk: 2000)

$$P = \frac{\lambda}{s\mu} \text{ maka } \frac{\lambda}{s\mu} < 1 \dots\dots\dots \text{(Persamaan 3)}$$

Dengan

$$\lambda = \text{Tingkat Kedatangan}$$

$$\mu = \text{Tingkat Pelayanan}$$

$$s = \text{Banyaknya Fasilitas Pelayanan}$$

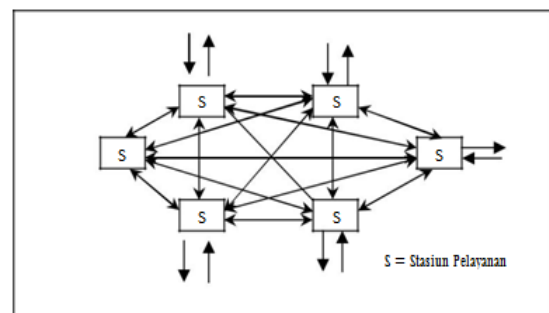
2.2. Metode Jackson

2.2.1. Pengertian Metode Jackson

Antrian jaringan (*Queueing Network*) telah banyak dikaji oleh para peneliti seperti James R. Jackson (1957) yang mengkaji karakteristik dari antrian jaringan, Kelly (1975) yang mengkaji karakteristik konsumen/pendatang pada antrian jaringan, Lemoine (1977) yang mengkaji keseimbangan pada suatu antrian jaringan, Perros (1994) yang mengkaji *blocking system* pada sistem antrian jaringan.

Salah satu jenis antrian jaringan yang menarik dikaji adalah antrian jaringan *Jackson* dimana setiap *workstation* mempunyai pelayanan tunggal dengan konsumen dapat berpindah dari *workstation* satu ke *workstation* lainnya dapat lebih dari satu kali. Antrian jaringan *Jackson*, berdasarkan sumber kedatangan konsumen terbagi menjadi dua yaitu antrian jaringan *Jackson* terbuka (*Open Jackson Networks*) dan antrian jaringan *Jackson* tertutup (*Closed Jackson Networks*). Antrian jaringan *Jackson* terbuka memiliki ciri khas yakni pendatang/konsumen berdatangan dari luar dan dalam sistem itu sendiri, sedangkan antrian jaringan *Jackson* tertutup, konsumen/pendatang berpindah dari *workstation* ke *workstation* lainnya hanya didalam sistem itu sendiri.

Antrian jaringan *Jackson* terbuka telah banyak dikaji seperti Burke (1969), yang mengkaji tiga *workstation* dengan *workstation* pertama dan ketiga mempunyai pelayanan tunggal dan pelayanan kedua mempunyai pelayanan ganda, Simon dan Foley (1979), yang mengkaji tiga *workstation* dengan pelayanan tunggal. Antrian jaringan *Jackson* tertutup telah dikaji oleh Buzen (1973) dan Bruell dan Balbo (1980) yang membuat algoritma komputasi dari antrian jaringan *Jackson* tertutup.



Gambar 1. Sistem Antrian *Open Jackson*

2.2.2. Penentuan Tingkat Kedatangan

Penentuan tingkat kedatangan pengunjung dapat dihitung dengan rumus:

$$a_i = \lambda_i + b_i, \quad 1 \leq i \leq N \dots\dots\dots \text{(Persamaan 4)}$$

$$\lambda_i = \lambda_{tot} \gamma_i / \sum_{i=1}^N \gamma_i \dots\dots\dots \text{(Persamaan 5)}$$

$$a = \lambda(I - P)^{-1} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 6)}$$

Nilai-nilai parameter pada sistem meliputi:

a_i = Tingkat kedatangan total pada *workstation* ke- i

s_i = Banyaknya fasilitas pelayanan *workstation* ke- i

- λ_i = Tingkat kedatangan eksternal pada workstation ke-i
- b_i = Tingkat kedatangan internal pada workstation ke-i
- γ_i = *Arrangement code* (1 jika terbuka, 0 jika tertutup)
- N = Banyaknya *workstation*
- λ_{tot} = Tingkat kedatangan eksternal total pada sistem.
- $b_j = \sum_{i=1}^N a_i p_{i,j}, 1 \leq j \leq N$
- $a_j = \lambda_j + \sum_{i=1}^N a_i p_{i,j}, 1 \leq j \leq N$
- I = Matriks Identitas
- Dengan $a = (a_1, a_2, \dots, a_N)$ dan $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N)$

2.2.3. Penentuan Matriks Transisi Jackson

Matriks transisi *Jackson* menunjukkan besarnya peluang perpindahan yang terjadi di dalam sistem antrian, mempunyai bentuk sebagai berikut:

$$P = \begin{bmatrix} p_{1,1} & p_{1,2} & p_{1,3} & \dots & p_{1,N} \\ p_{2,1} & p_{2,2} & p_{2,3} & \dots & p_{2,N} \\ p_{3,1} & p_{3,2} & p_{3,3} & \dots & p_{3,N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{N,1} & p_{N,2} & p_{N,3} & \dots & p_{N,N} \end{bmatrix}, \sum_{j=1}^N p_{i,j} = 1, 1 \leq i \leq N.$$

Gambar 2. Matriks Transisi Jackson

2.2.4. Penentuan Stabilitas Sistem

Antrian jaringan *Jackson* dikatakan stabil jika matriks I-P invertibel dengan P adalah matriks transisi jaringan *Jackson* dan $a_i < s_i \mu_i$ untuk semua $i = 1, 2, 3, \dots, N$ dengan $a = (a_1, a_2, \dots, a_N)$. Dengan kata lain jaringan *Jackson* disebut stabil jika $\frac{a_i}{\mu_i} < s_i$, untuk $i = 1, 2, \dots, N$.

2.2.5. Penentuan Ukuran Performansi Sistem Antrian

Ukuran performansi antrian merupakan ukuran yang menunjukkan efektivitas dan efisiensi dari antrian. Ukuran performansi antrian untuk model (M/M/s):(FCFS/-/-) adalah,

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{s-1} \frac{(\frac{\rho}{s})^n}{n!} + \frac{(\frac{\rho}{s})^s}{s!} \frac{1}{1 - \frac{\rho}{s\mu}}} \quad \text{(Persamaan 7)}$$

$$L_q = \frac{(\frac{\rho}{s})^s \rho}{s!(1-\rho)^2} P_0 \dots \dots \dots \quad \text{(Persamaan 8)}$$

$$W_q = \frac{L_q}{\alpha} \dots \dots \dots \quad \text{(Persamaan 9)}$$

$$W = W_q + \frac{1}{\mu} \dots \dots \dots \quad \text{(Persamaan 10)}$$

$$L_s = L_q + \frac{\alpha}{\mu} \dots \dots \dots \quad \text{(Persamaan 11)}$$

- Dengan
- P_0 = Peluang tidak terdapat konsumen/pendatang pada sistem antrian
- P_n = Peluang terdapat ada n konsumen pada sistem antrian
- L_q = Rata-rata banyaknya konsumen yang mengantri pada sistem antrian
- L_s = Rata-rata banyaknya konsumen yang mengantri ditambah dengan konsumen yang sedang dilayani pada sistem antrian
- W_q = Rata-rata lamanya konsumen menunggu sampai dilayani
- W = Rata-rata lamanya konsumen menunggu dan dilayani
- ρ = Utilitas sistem (tingkat kesibukan pelayanan)
- n = Jumlah Konsumen

2.2.6. Penentuan Pelayanan yang Mengganggu

Untuk menentukan banyaknya pelayanan yang mengganggu dapat digunakan persamaan berikut:

$$Idle_i = S_i - (L_s(i) - L_q(i)), \text{ dengan } 1 \leq i \leq N \quad \text{(Persamaan 12)}$$

$Idle_i$ adalah banyaknya pelayanan yang mengganggu pada *workstation* ke-i, dengan:

S_i = Banyaknya fasilitas pelayanan *workstation* ke-i

$L_s(i)$ = Rata-rata banyaknya konsumen yang mengantri ditambah dengan konsumen yang sedang dilayani pada sistem antrian i

$L_q(i)$ = Rata-rata banyaknya konsumen yang mengantri pada sistem antrian i

3. METODE PENELITIAN

Tahapan awal dalam penelitian ini adalah melakukan pengamatan awal di Suroboyo Carnival selama bulan Maret dan April sekaligus pengumpulan data yang meliputi jenis wahana, status wahana, jumlah fasilitas, jumlah pengunjung dan total antrian pengunjung pada tiap wahana. Selanjutnya penentuan tujuan penelitian dengan melalui studi lapangan dan studi pustaka. Pengolahan data diawali dengan

menentukan distribusi waktu proses untuk mengetahui tingkat kedatangan dan pelayanan , kemudian melakukan simulasi model antrian dengan bantuan software Arena.

Selanjutnya menghitung nilai performansi tiap wahana dengan metode simulasi dan dengan metode Jackson. Sebagai tahap akhir menentukan kombinasi tercepat dengan menggunakan matriks Jackson.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pemodelan Sistem Antrian Suroboyo Carnival

4.1.1. Model Dasar Jaringan Terbuka Jackson 6 Workstation

Notasi antrian 6 wahana outdoor di Suroboyo Carnival adalah (M/M/6) : (FCFS/∞/∞), dengan:

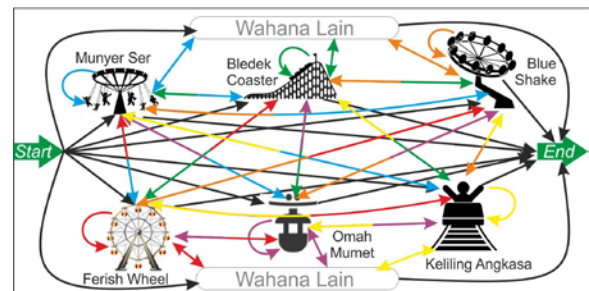
- M = Distribusi kedatangan bersifat random
- M = Distribusi pelayanan bersifat eksponensial
- 6 = 6 workstation (Ferris Wheel, Blue Shake, Bledek Coaster, Omah Mumet, Munyer Ser, Keliling Angkasa)

- FCFS = First Come First Serve
- ∞ = Kapasitas tampung antrian tak terhingga
- ∞ = Jumlah pengunjung tak terhingga

Jenis antrian Jackson di Suroboyo Carnival menunjukkan jenis antrian open Jackson. Sistem antrian Jackson terbuka memungkinkan tiap pelanggan untuk berpindah dari satu wahana ke wahana lain bahkan kembali menggunakan kembali wahana tersebut. Berikut merupakan gambar dasar sistem antrian Jackson dengan 6 workstation (wahana).

Model antrian untuk Suroboyo Carnival, digambarkan sebagai sistem antrian Open

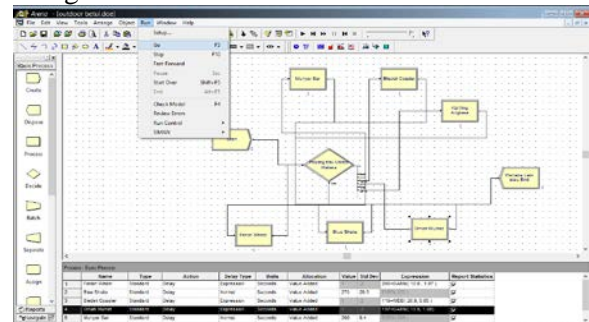
Jackson dari 6 wahana (Ferris Wheel, Blue Shake, Bledek Coaster, Omah Mumet, Munyer Ser, dan Keliling Angkasa)



Gambar 3. Model Sistem Antrian 6 Wahana Suroboyo Carnival

4.1.2. Pemodelan Sistem Antrian

Model antrian untuk Suroboyo Carnival dapat digambarkan dengan simulasi Arena sebagai berikut



Gambar 4. Pemodelan Sistem Antrian 6 Wahana Suroboyo Carnival

Dengan mengisi waktu proses dan waktu antrian sistem diperoleh data seperti tabel berikut:

Tabel 1. Rekapitulasi Distribusi Waktu Proses Setiap Wahana

No	Nama Wahana	Distribusi Waktu Proses	Expression
1	Ferris Wheel	Gamma	298 + GAMM(11.8, 1.72)
2	Blue Shake	Normal	NORM(261, 32.1)
3	Bledek Coaster	Normal	NORM(144, 4.41)
4	Omah Mumet	Erlang	197 + ERLA(11.6, 2)
5	Munyer Ser	Normal	NORM(207, 9.99)
6	Keliling Angkasa	Beta	219 + 41 * BETA(10.6, 4.68)

4.2. Nilai Performansi

4.2.1. Nilai Performansi Wahana Sebelum Menggunakan Metode Jackson

Berikut merupakan hasil rekapitulasi total waktu pengamatan, total waktu pelayanan atau

total waktu proses, dan jumlah pengunjung. Data tersebut digunakan untuk mencari tingkat kedatangan dan tingkat pelayanan.

Tabel 2. Total Waktu Pengamatan, Proses, dan Jumlah Pengunjung

No	Nama Wahana	Total Waktu Pengamatan (ΣW_t) - menit	Total Waktu Proses/Pelayanan (ΣW_p) - menit	Jumlah Pengunjung (ΣN) orang
1	<i>Ferris Wheel</i>	132	561	221
2	<i>Blue Shake</i>	480	96	127
3	<i>Bledek Coaster</i>	124	204	240
4	<i>Omah Mumet</i>	480	125	545
5	<i>Munyer Ser</i>	480	107	424
6	<i>Keliling Angkasa</i>	246	803	414

Tingkat kedatangan pelanggan di setiap wahana, dihitung dengan Persamaan 1. Tingkat pelayanan atau proses dihitung dengan Persamaan 2.

Nilai utilitas atau yang biasa disebut sebagai nilai performansi dapat dihitung menggunakan rumus dari persamaan 3. Nilai utilitas didapat dari tingkat kedatangan wahana

n (λ_n) dibagi dengan tingkat pelayanan wahana n (μ_n) dikalikan dengan kapasitas dari workstation atau wahana n (S_n). Nilai utilitas ini juga dapat dihitung sebagai peluang pengunjung memasuki wahana atau peluang wahana sedang terpakai.

Tabel 3. Nilai Performansi Tiap Wahana Sebelum Menggunakan Metode Jackson

No	Nama Wahana	Tingkat Kedatangan (λ) orang/menit	Tingkat Pelayanan (μ) orang/menit	s (unit)	P (%)
1	<i>Ferris Wheel</i>	1.788	0.394	44	9.666
2	<i>Blue Shake</i>	0.277	1.327	18	1.106
3	<i>Bledek Coaster</i>	2.181	1.177	8	20.578
4	<i>Omah Mumet</i>	1.142	4.377	36	0.720
5	<i>Munyer Ser</i>	0.893	3.965	24	0.927
6	<i>Keliling Angkasa</i>	2.001	0.516	12	27.131

4.2.2. Nilai Performansi Wahana Sesudah Menggunakan Metode Jackson

Matriks peluang perpindahan antar wahana satu ke wahana lainnya akan digunakan untuk menghitung nilai tingkat kedatangan total dalam sistem antrian Jackson berdasarkan persamaan 4 dan persamaan 6. Untuk membuat matriks peluang perpindahan antar wahana ini,

maka dibutuhkan nilai peluang pengunjung memasuki suatu wahana (nilai P pada Tabel 4). Cara menghitung matriks ini adalah dengan mengalikan peluang dari wahana 1 ke wahana 2, lalu dari wahana 1 ke wahana 3, wahana 1 ke wahana 4, dan seterusnya hingga terbentuk tabel matriks seperti berikut:

Tabel 4. Matriks Peluang Perpindahan Antar Wahana

P_{nn}	P_1 (%)	P_2 (%)	P_3 (%)	P_4 (%)	P_5 (%)	P_6 (%)
P_1	0.934	0.107	1.989	0.07	0.09	2.623
P_2	0.107	0.012	0.228	0.008	0.01	0.300
P_3	1.989	0.228	4.235	0.148	0.191	5.583
P_4	0.070	0.008	0.148	0.005	0.007	0.195
P_5	0.090	0.010	0.191	0.007	0.009	0.251
P_6	2.623	0.300	5.583	0.195	0.251	7.361

Matriks tingkat kedatangan sistem antrian Jackson (α) dibutuhkan dalam menghitung peluang atau nilai performansi dari sistem

antrian menggunakan metode Jackson. Peluang dari sistem antrian Jackson pada tiap wahana di simbolkan dengan ρ .

Tabel 5. Nilai Performansi atau Peluang Sistem Antrian Jackson

No	Nama Wahana	α orang/menit	μ orang/menit	s unit	$\rho = \frac{\alpha}{\mu s}$
1	Ferris Wheel	1.788	0.394	44	0.103
2	Blue Shake	0.277	1.327	18	0.012
3	Bledek Coaster	2.181	1.177	8	0.232
4	Omah Mumet	1.143	4.377	36	0.007
5	Munyer Ser	0.893	3.965	24	0.009
6	Keliling Angkasa	2.001	0.516	12	0.323

4.3. Kombinasi Tercepat 6 Wahana Outdoor Suroboyo Carnival

4.3.1. Pengaruh Nilai Performansi Terhadap Sistem Antrian Jackson

Penghitungan peluang tidak terdapat pengunjung pada sistem (P_0) menggunakan persamaan 7. Untuk menghitung rata-rata lamanya konsumen menunggu sampai dilayani (W_q), (L_q), dan rata-rata banyaknya konsumen

yang mengantri ditambah dengan konsumen yang sedang dilayani pada sistem antrian (L_s) dapat menggunakan persamaan 8, 9, dan 11. Penentuan pelayanan yang menganggur atau yang biasa disebut *Idle* dapat dicari dengan melihat banyaknya fasilitas pelayanan atau kapasitas (S) pada suatu wahana lalu dikurangi dengan hasil pengurangan dari L_s dan L_q , (persamaan 12).

Tabel 6. Hasil Penghitungan P_0 , L_q , W_q , L_s , dan *Idle*

No	Nama Wahana	P_0	L_q (orang)	W_q (detik)	L_s (orang)	<i>Idle</i> (unit)
1	Ferris Wheel	0.010631696	4.34099×10^{-29}	1.4563×10^{-27}	4.54392	39.45608
2	Blue Shake	0.811496027	8.62353×10^{-31}	1.8673×10^{-28}	0.20888	17.79112
3	Bledek Coaster	0.156736663	0.000212335	0.00583945	1.85354	6.146680
4	Omah Mumet	0.770258597	1.52617×10^{-65}	8.0147×10^{-64}	0.26103	35.73897
5	Munyer Ser	0.798335308	3.57231×10^{-42}	2.4003×10^{-40}	0.22523	23.77477
6	Keliling Angkasa	0.02068425	0.000353165	0.01058779	3.87894	8.12141

4.3.2. Penentuan Kombinasi Tercepat

Penentuan kombinasi tercepat bagi pengunjung untuk dapat menikmati 6 wahana outdoor dapat dilakukan dengan memilih peluang atau nilai performansi terkecil dari matriks P . Penghitungan akan dimulai dari 6

macam awalan yang berbeda. Penghitungan kombinasi tercepat dapat dilakukan dengan batasan bahwa satu pengunjung tidak boleh kembali menggunakan wahana yang digunakan sebelumnya. Berikut merupakan penghitungan kombinasi tercepat yang dimulai dari P_6 .

Tabel 8. Penghitungan Kombinasi Dari P_6

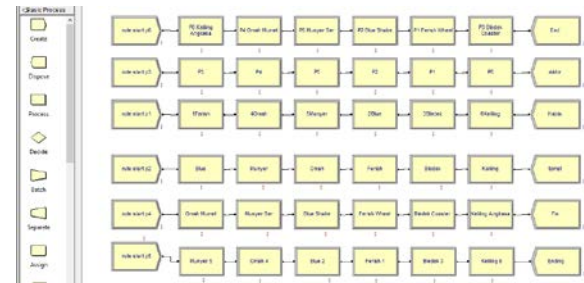
$P_{n.n}$	P_1 (%)	P_2 (%)	P_3 (%)	P_4 (%)	P_5 (%)	P_6 (%)
P_1		0.107	1.989	0.07	0.09	2.623
P_2	0.107		0.228	0.008	0.01	0.3
P_3	1.989	0.228		0.148	0.191	5.583
P_4	0.07	0.008	0.148		0.007	0.195
P_5	0.09	0.01	0.191	0.007		0.251
P_6	2.623	0.3	5.583	0.195	0.251	
$P_6 - P_4 - P_5 - P_2 - P_1 - P_3 = 0.195 + 0.007 + 0.01 + 0.107 + 1.989$						

Hasil penghitungan kombinasi tercepat yang dimulai dari wahana keenam, didapatkan total nilai peluang sebesar 2.308% dengan kombinasi $P_6-P_4-P_5-P_2-P_1-P_3$. Berikut merupakan tabel hasil penghitungan seluruh kombinasi.

Tabel 9. Hasil Kombinasi Tercepat

No	Kombinasi	Total Peluang Perpindahan Antar Wahana
1	$P_1-P_4-P_5-P_2-P_3-P_6$	5.898%
2	$P_2-P_5-P_4-P_1-P_3-P_6$	7.659%
3	$P_3-P_4-P_5-P_2-P_1-P_6$	2.895%
4	$P_4-P_5-P_2-P_1-P_3-P_6$	7.696%
5	$P_5-P_4-P_2-P_1-P_3-P_6$	7.694%
6	$P_6-P_4-P_5-P_2-P_1-P_3$	2.308%

Untuk mengetahui hasil waktu optimal dari kombinasi $P_6-P_4-P_5-P_2-P_1-P_3$, maka akan dilakukan simulasi proses melewati kombinasi 6 wahana tersebut dengan bantuan *Software Arena*. Berikut merupakan gambar model dari proses simulasi tersebut:



Gambar 5. Model Simulasi Tiap Kombinasi Wahana

Pemodelan tiap kombinasi akan di *running* satu persatu dan akan menghasilkan waktu proses pengunjung dalam menikmati keenam wahana tersebut. Tingkat kedatangan pengunjung untuk *module* awal diasumsikan berdistribusi poisson dengan tingkat kedatangan 15 detik/orang. Berikut merupakan hasil *running* masing-masing kombinasi:

Tabel 10. Hasil Simulasi Kombinasi

Kombinasi	Average hours	Minimum Value hours	Maximum Value hours
$P_1-P_4-P_5-P_2-P_3-P_6$	0.3884	0.3525	0.4250
$P_2-P_5-P_4-P_1-P_3-P_6$	0.3887	0.3557	0.4328
$P_3-P_4-P_5-P_2-P_1-P_6$	0.3883	0.3530	0.4302
$P_4-P_5-P_2-P_1-P_3-P_6$	0.3884	0.3534	0.4286
$P_5-P_4-P_2-P_1-P_3-P_6$	0.3883	0.3556	0.4342
$P_6-P_4-P_5-P_2-P_1-P_3$	0.3882	0.3514	0.4250

Dari hasil simulasi didapatkan kombinasi paling optimal atau yang tercepat, yakni kombinasi $P_6-P_4-P_5-P_2-P_1-P_3$ dengan rata-rata waktu penambahan nilai (*Value Add Time*) atau dalam hal ini ialah rata-rata waktu proses dalam sistem ialah sebesar 0.3882 jam atau 23.292 menit dengan waktu pelayanan tercepat dalam sistem ialah 0.3514 jam atau 21.084 menit, dan waktu pelayanan terlama dalam sistem ialah 0.4250 jam atau sekitar 25.5 menit.

5. KESIMPULAN

Dari pengamatan dan penelitian yang telah dilakukan, maka didapatkan kesimpulan:

1. Sistem antrian 6 wahana *outdoor* di Suroboyo Carnival (*Ferris Wheel, Blue Shake, Bledek Coaster, Omah Mumet, Munyer Ser, dan Keliling Angkasa*) merupakan model sistem antrian *Open Jackson* yang memiliki distribusi kedatangan bersifat *random*, distribusi pelayanan bersifat eksponensial, 6 *workstation, First Come First Served*, dengan kapasitas tampung antrian tidak terbatas dan jumlah pengunjung tidak terbatas.
2. Nilai performansi setiap wahana dengan menggunakan metode *Jackson* ialah: *Keliling Angkasa* (32.32%), *Bledek Coaster* (23.17%), *Ferris Wheel* (10.33%), *Blue*

Shake (1.17%), *Munyer Ser* (0.94%), dan *Omah Mumet* (0.73%).

3. Kombinasi tercepat untuk menikmati 6 wahana *outdoor* di dalam *Suroboyo Carnival* adalah $P_6-P_4-P_5-P_2-P_1-P_3$, yakni dari wahana *Keliling Angkasa – Omah Mumet – Munyer Ser – Blue Shake – Ferris Wheel – Bledak Coaster*, dengan total nilai peluang perpindahan antar wahana sebesar 2.308%, hasil simulasi rata-rata waktu proses dalam sistem sebesar 0.3882 jam (23.292 menit), waktu tercepat dalam sistem sebesar 0.3514 jam (21.084 menit), dan waktu terlama dalam sistem sebesar 0.4250 jam (25.5 menit).

DAFTAR PUSTAKA

- Bruell, S. C. dan Balbo G. 1980. *Computational Algorithm for Closed Queueing Networks. Operating and Programming System Series. New York.*
- Burke, Peter J. 1969. *The Dependence of Service in Tandem M/M/s Queues. Operational Research. 17:754-755.*
- Buzen, Jeffrey Peter. 1973. *Computational Algorithms for Closed Queueing Networks with Exponential Servers. Communication ACM.*
- Darmawan, Gungum. 2015. *Simulation of Jackson Network With Six Workstations by Different Transition Probability.* Prosiding. Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika FMIPA UMS.
- Davis, Gordon B. 1995. *Kerangka Dasar Sistem Informasi Manajemen.* PT. Pustaka Binaman Pressindo. Jakarta.
- Heizer, Jay dan Barry Render. 2005. *Operations Management.* Salemba Empat. Jakarta.
- Jackson, James R. 1957. *Networks of Waiting Lines. Operational Research. 5: 518-521.*
- Kelly, Francis P. 1975. *Networks of Queues with Customers of Different Types. Journal of Applied Probability. 12: 542-554.*
- Kulkarni, V. G. 1999. *Modeling, Analysis, Design, and Control of Stochastic System.* Springer-Verlag. New York.
- Law, Averill M. dan W. David Kelton. 1991. *Simulation Modeling & Analysis.* Edisi kedua. McGraw-Hill.
- Lemoine, A. J. 1977. *Networks of Queues-A Survey of Equilibrium Analysis. Management Science.*
- Perros, H. 1994. *Queueing Networks with Blocking.* Oxford University Press. New York.
- Simon, B dan Foley, R. D. 1979. *Some Results on Sojourn Times in Cyclic Jackson Networks. Management Science.*
- Subagyo, Pangestu, dkk. 2000. *Dasar-dasar Operation research.* Badan Penerbitan Fakultas Ekonomi. Yogyakarta.