

## ANALISIS SISTEM ANTRIAN TIKET TRANS JOGJA DI TERMINAL JOMBOR YOGYAKARTA

### ANALYSIS OF THE TRANS JOGJA TICKET QUEUE SYSTEM AT THE JOMBOR TERMINAL IN YOGYAKARTA

Maharsa Pradityatama<sup>1\*</sup>, Pramudi Arsiwi<sup>2</sup>, Dony Satriyo Nugroho<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jl. Majapahit No. 62, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Dian Nuswantoro  
Jl. Nakula I No. 5-11, Kota Semarang, Jawa Tengah, Indonesia

\*Corresponding author

E-mail addresses: maharsa@unram.ac.id

<https://doi.org/10.29303/empd.v5n1.354-361>

Received 26 April 2026; Received in revised form 15 May 2026; Accepted 22 May 2026

#### ABSTRACT

*This study analyzes and simulates the ticket queue system of the Trans Jogja Bus Rapid Transit (BRT) at Jombor Terminal, Yogyakarta. Increasing passenger mobility and the growing demand for public transportation services have contributed to queue congestion during peak operating hours. The queue system operates using a single-channel single-phase model with a First Come First Served (FCFS) discipline. This research aims to evaluate the performance of the existing queue system and validate the simulation model using the trace-driven method. Data were collected through direct observation of 300 passengers, including arrival time and service time data. The simulation process was conducted using the Linear Congruential Generator (LCG) method and analyzed using the Mann-Whitney statistical test. The results show that the simulation model successfully represents the real system, with a service time error of only 0.13% and an arrival time error of 1.58%. Furthermore, the Mann-Whitney test indicates no significant difference between the simulation and the actual system, with probability values greater than  $\alpha = 0.1$ . The findings demonstrate that the trace-driven simulation method is effective for modeling queue systems and can be used to support queue service improvement strategies at Trans Jogja shelters.*

**Keywords:** Queue, Trans Jogja, Trace-driven simulation, Service time, Public transportation

## 1. Pendahuluan

Kota Yogyakarta memiliki kepadatan jumlah penduduk sebesar 12.699 jiwa/km<sup>2</sup> (2015) dan merupakan salah satu destinasi wisata di Indonesia yang sering dikunjungi oleh wisatawan domestik maupun wisatawan mancanegara, hal tersebut selaras dengan mobilitas penduduk yang tinggi di Kota Yogyakarta. Sehingga perlu adanya moda transportasi dalam kota yang aman, nyaman, serta tepat waktu [1]. Terdapat bermacam-macam moda angkutan transportasi darat yang ada di kota Yogyakarta sebagai contoh mobil, sepeda motor, taksi, bus, kereta, dll. BRT Trans Jogja merupakan salah satu moda transportasi darat yang aman, murah dan nyaman. Moda transportasi BRT ini juga sangat cepat untuk menjangkau ke daerah-daerah dalam kota yang akan dituju oleh pengguna. Terdapat banyak halte BRT Trans Jogja yang terdapat di Kota Yogyakarta, salah satunya adalah halte Terminal Jombor [2].

Pada tahun 2008 Dinas Perhubungan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta bersama pemerintah daerah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta melakukan upaya untuk mengurangi kepadatan dengan

moda transportasi massal berbasis *Bus Rapid Transit* (BRT) Trans Jogja. Respon baik dari masyarakat membawa dampak baik bagi Trans Jogja yang membuat pemerintah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta melakukan penambahan jalur sebanyak 9 trayek pada April 2017 [1]. *Bus Rapid Transit* (BRT) Trans Jogja dalam menjalankan operasionalnya menggunakan model antrian dengan pola kedatangan, pola pelayanan, dengan jumlah fasilitas pelayanan single server. Disiplin antrian yang digunakan yaitu FCFS (*First Come First Service*), kapasitas maksimal yang diperbolehkan dalam sistem adalah tak hingga [3].

Antrian merupakan proses seorang pelanggan datang ke fasilitas pelayanan, menunggu untuk dilayani jika fasilitas pelayanan (server) masih sibuk, mendapatkan layanan, dan kemudian meninggalkan sistem [4, 5]. Antrian suatu peristiwa yang sering dialami atau yang biasa terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya, menunggu antrian untuk pembayaran di supermarket, pintu tol, di bank, halte BRT [6]. Disiplin antrian pada penelitian ini yaitu FCFS (*First Come First Service*) atau FIFO (*First in First Out*), artinya lebih dulu datang akan lebih dahulu dilayani. Program komputer, atau software, yang dimaksudkan untuk meniru perilaku sistem tertentu dalam dunia nyata disebut simulasi. Simulasi memiliki tiga tujuan: pelatihan (*training*), studi perilaku sistem (*behaviour*), dan hiburan atau permainan. Simulasi dan pemodelan adalah suatu alat yang digunakan untuk menganalisis perilaku kerja sistem atau suatu proses tertentu [7, 8, 9].

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan memvalidasi kinerja sistem antrian tiket Trans Jogja di Terminal Jombor Yogyakarta menggunakan metode simulasi trace-driven. Analisis dilakukan terhadap beberapa indikator kinerja sistem antrian, yaitu waktu kedatangan, waktu pelayanan, waktu tunggu, utilitas server, dan jumlah konsumen per jam. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian hasil simulasi dengan sistem nyata menggunakan uji statistik Mann-Whitney serta menyusun skenario perbaikan sistem pelayanan untuk meningkatkan efisiensi antrian [10, 11, 12]. Meskipun berbagai penelitian telah menganalisis sistem antrian pada transportasi publik, sebagian besar penelitian sebelumnya masih berfokus pada analisis deskriptif sistem antrian tanpa melakukan validasi hasil simulasi terhadap kinerja sistem nyata. Selain itu, penelitian yang menerapkan pendekatan simulasi trace-driven dalam mengevaluasi sistem antrian tiket pada layanan *Bus Rapid Transit* masih tergolong terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan kebaruan melalui integrasi metode simulasi trace-driven dengan validasi statistik menggunakan uji Mann-Whitney untuk mengevaluasi tingkat akurasi model simulasi dalam merepresentasikan kondisi nyata sistem antrian pada halte Trans Jogja.

## 2. Bahan dan Metode

### 2.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat dan waktu pengamatan sistem antrian pembelian tiket Trans Jogja dilakukan di halte yang berada di Terminal Jombor Yogyakarta. Lokasi halte tersebut dipilih dikarenakan konsumen yang menggunakan layanan Trans Jogja di lokasi tersebut pada jam-jam tertentu cukup banyak umumnya sekitar pukul 14.00 WIB sampai dengan 18.00 WIB sehingga seringkali terjadi antrian konsumen yang cukup banyak dan dianggap cukup baik untuk menunjukkan suatu sistem antrian. Sedangkan untuk kondisi jam-jam lain kemungkinan terjadi antrian sangat kecil meskipun ada jumlahnya hanya sedikit.

### 2.2. Data Pengamatan

Pengamatan terhadap sistem antrian single server-single phase dilakukan pada hari Minggu pukul 14.00 WIB sampai dengan jam 18.00 WIB di halte Trans Jogja Terminal Jombor. Data yang dikumpulkan diantaranya adalah data waktu kedatangan pelanggan dan waktu pelayanan sebanyak 300 pengunjung. Data pengamatan diolah menggunakan software MS Excel dan SPSS.

### 2.3. Sistem Antrian

Disiplin antrian sistem pembelian tiket Trans Jogja menggunakan *First Come First Serve* (FCFS) yaitu, pelanggan yang datang lebih awal akan dilayani dulu. Model antrian yang digunakan dalam sistem pembelian tiket Trans Jogja yaitu satu saluran satu tahap (single channel single phase) dan menggunakan satu server pelayanan. Penggambaran sistem ditampilkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1 Antrian *single channel single phase*

Model antrian *single server-single phase* digunakan karena pada kondisi aktual halte Terminal Jombor hanya terdapat satu loket pelayanan tiket yang melayani seluruh pelanggan dalam satu tahap pelayanan. Pelanggan yang datang akan langsung menuju satu fasilitas pelayanan dan dilayani berdasarkan urutan kedatangan menggunakan disiplin antrian *First Come First Serve (FCFS)*. Oleh karena itu, model tersebut dinilai sesuai untuk merepresentasikan kondisi nyata sistem antrian pada lokasi penelitian.

### 2.3.1. Pembentukan Bilangan Acak

Bilangan acak dibutuhkan untuk menghitung interval waktu pelayanan pelanggan. Metode *Linear Congruent Method (LCM)* digunakan untuk membentuk bilangan acak. Rumus berikut berfungsi untuk menghasilkan bilangan acak.

$$Z_i = (a * Z_{i-1} + c) \pmod{m} \quad (1)$$

Keterangan:

$Z_i$ : bilangan bulat ke- $i$

$a$ : bilangan pengali

$c$ : bilangan penambah

$m$ : modulus

### 2.3.2. Metode *Trace-driven*

Kelebihan dari metode ini adalah data yang dikumpulkan digunakan secara langsung pada proses simulasi dengan memilih satu nilai dari data ketika dibutuhkan. Kekurangan metode ini adalah hanya dapat membuat ulang peristiwa sebelumnya dan data mungkin tidak cukup untuk melakukan simulasi sepenuhnya. Sebaliknya, metode ini sangat berguna untuk tujuan validasi, seperti membandingkan keluaran model dengan keluaran sistem nyata [12, 13]. Pada simulasi *trace-driven*, data hasil observasi berupa waktu kedatangan dan waktu pelayanan digunakan secara langsung sebagai input simulasi. Data tersebut dimasukkan ke dalam model simulasi untuk menghasilkan output berupa waktu tunggu, *utilitas server*, jumlah pelanggan dalam sistem, dan performansi pelayanan. Proses simulasi dilakukan secara berurutan berdasarkan urutan kedatangan pelanggan sehingga dapat merepresentasikan kondisi sistem nyata secara lebih akurat.

## 2.4. Alur Penelitian

Prosedur penelitian terdiri dari beberapa tahapan, yaitu observasi awal, pengumpulan data, pembentukan bilangan acak menggunakan metode *Linear Congruential Generator (LCG)*, simulasi *trace-driven*, validasi statistik menggunakan uji *Mann-Whitney*, serta evaluasi kinerja sistem antrian. Observasi awal dilakukan untuk memahami kondisi sistem antrian tiket Trans Jogja di Terminal Jombor Yogyakarta. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data berupa waktu kedatangan dan waktu pelayanan pelanggan sebagai dasar dalam proses simulasi. Data yang diperoleh kemudian digunakan dalam pembentukan bilangan acak menggunakan metode LCG untuk mendukung proses simulasi *trace-driven*. Hasil simulasi selanjutnya divalidasi menggunakan uji *Mann-Whitney* untuk mengetahui kesesuaian antara sistem simulasi dan sistem nyata. Tahap akhir penelitian dilakukan dengan mengevaluasi kinerja sistem antrian berdasarkan parameter utilitas, waktu tunggu, jumlah konsumen per jam, waktu kedatangan, dan waktu pelayanan. Berikut merupakan alur penelitian yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 2 Alur penelitian

### 3. Hasil dan Pembahasan

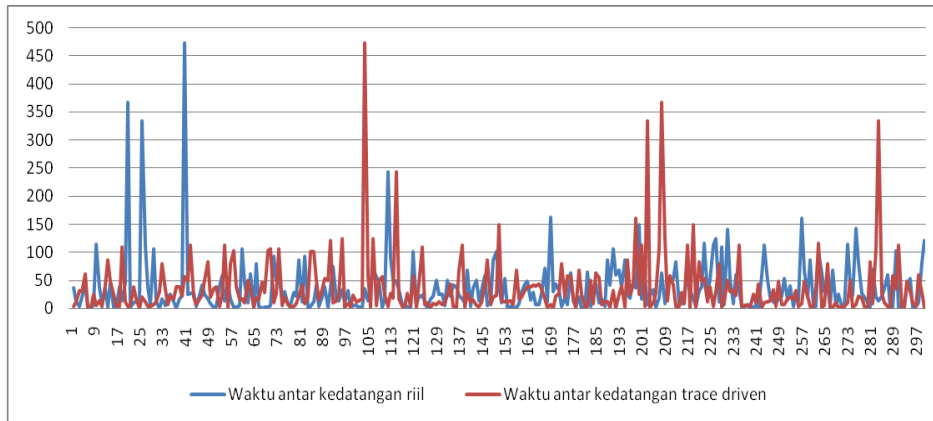
Pada simulasi *trace driven* data hasil pengamatan digunakan langsung untuk simulasi. Untuk mendapatkan data simulasi, bilangan acak dihasilkan menggunakan metode *Linear Congruential Generator* (LCG) dengan nilai  $a = 11$ ,  $c = 21$ , dan  $m = 2111$ . Untuk mengetahui apakah ada perbedaan signifikan antara data sistem nyata yang diperoleh dari pengamatan, akan dilakukan pengujian terhadap data yang telah dihasilkan. Pengujian data dilakukan dengan melihat persentase perbedaan yang terjadi dan hasil pengujian menggunakan metode *Mann-Whitney*. Hipotesis yang digunakan dalam uji *Mann-Whitney* adalah sebagai berikut.

H0: menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan waktu yang signifikan antara sistem nyata dan simulasi

H1: menunjukkan bahwa terdapat perbedaan waktu yang signifikan antara sistem nyata dan simulasi.

Jika nilai probabilitas lebih besar dari nilai alpha, maka H0 tidak dapat ditolak.

Pada Gambar 3 ditunjukkan perbandingan data waktu antar kedatangan sistem nyata dan hasil simulasi *trace driven*. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan rata-rata waktu antar kedatangan *trace driven* hanya berbeda sebesar 1,58% dengan rata-rata waktu antar kedatangan sistem nyata. Sedangkan berdasarkan uji Mann-Whitney, probabilitas yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3 Perbandingan waktu antar kedatangan simulasi *trace driven*

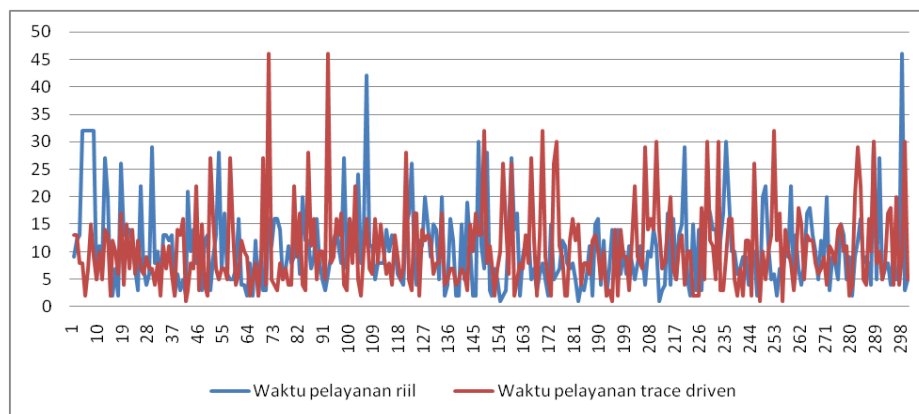
**Mann-Whitney Test and CI: Inter arrival riil, Inter arrival trace driven**

	N	Median
Inter arrival riil	299	21.000
Inter arrival trace driven	299	19.000

Point estimate for ETA1-ETA2 is 1.000  
 90.0 Percent CI for ETA1-ETA2 is (-0.999,3.002)  
 W = 90681.0  
 Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0.5927  
 The test is significant at 0.5925 (adjusted for ties)

Gambar 4 Hasil pengujian *Mann-Whitney* waktu kedatangan *trace driven*

Berdasarkan hasil uji *Mann-Whitney* probabilitas bernilai 0,5925. Nilai probabilitas lebih besar dari alpha yang bernilai 0,1 sehingga  $H_0$  tidak dapat ditolak. Hasilnya menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara waktu kedatangan sistem nyata dan simulasi *trace driven*. Gambar 5 menunjukkan perbandingan antara data waktu pelayanan sistem nyata dan hasil simulasi *trace-driven*.



Gambar 5 Perbandingan waktu pelayanan simulasi *trace driven*

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, rata-rata waktu pelayanan pada simulasi *trace driven* hanya berbeda sebesar 0,13% dengan rata-rata waktu antar pelayanan sistem nyata. Probabilitas yang dihasilkan berdasarkan uji *Mann-Whitney* dapat dilihat pada Gambar 6.

**Mann-Whitney Test and CI: Serving time riil, Serving time trace driven**

```

                N      Median
Serving time riil      300    9.000
Serving time trace driven 300    9.000

Point estimate for ETA1-ETA2 is 0.000
90.0 Percent CI for ETA1-ETA2 is (-1.000,1.000)
W = 90357.5
Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0.9223
The test is significant at 0.9222 (adjusted for ties)
    
```

Gambar 6 Hasil Pengujian *Mann-Whitney* waktu pelayanan *trace driven*

Hasil dari uji *Mann-Whitney*, probabilitas bernilai 0,9222, yang lebih besar dari alpha bernilai 0,1. Dengan demikian, H0 tidak dapat ditolak. Hasilnya menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara waktu pelayanan sistem nyata dan simulasi *trace driven*. Uji *Mann-Whitney* digunakan karena data hasil simulasi dan data sistem nyata tidak diasumsikan berdistribusi normal serta termasuk dalam pendekatan statistik non-parametrik. Uji ini digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan signifikan antara output simulasi dan sistem nyata. Penggunaan metode ini dinilai sesuai untuk membandingkan dua kelompok data independen tanpa mensyaratkan distribusi normal. Data yang telah dilakukan simulasi tersebut, selanjutnya dilakukan validasi untuk mengetahui apakah hasil simulasi dapat merepresentasikan sistem nyata. Validasi dilakukan dengan membandingkan *output* hasil simulasi dengan *output* hasil sistem nyata. Perbandingan antara hasil simulasi *trace driven* dengan sistem nyata ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Perbandingan hasil simulasi *trace driven* dan sistem nyata

Validasi	Sistem nyata	Simulasi	Perbedaan ( <i>error</i> )
Utilitas	29,057%	29,476%	1,42%
<i>Waiting time</i> (detik)	2,44	2,47	1,24%
Jumlah konsumen per jam	99,86	101,10	1,00%
Waktu kedatangan (detik)	36,17	35,61	1,58%
Waktu pelayanan (detik)	10,48	10,49	0,13%

Dari data perbedaan (*error*) yang dihasilkan dari sistem nyata dan simulasi *trace driven*, memiliki nilai yang kecil. Nilai *error* yang diperoleh dari proses validasi menunjukkan bahwa model simulasi *trace-driven* memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam merepresentasikan sistem antrian nyata. *Error* terbesar terjadi pada analisis waktu kedatangan dengan selisih sebesar 1,58%, sedangkan *error* terkecil terjadi pada analisis waktu pelayanan dengan selisih hanya sebesar 0,13%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa *output* simulasi memiliki tingkat kesesuaian yang sangat baik dengan kondisi aktual di lapangan. Dengan demikian, model simulasi yang dikembangkan dapat dinyatakan *valid* dan *reliabel* untuk digunakan dalam mendukung analisis sistem antrian serta perencanaan perbaikan kinerja pelayanan pada sistem antrian tiket Trans Jogja.

Skenario perbaikan dikembangkan dengan menambahkan satu server pelayanan pada sistem antrian tiket Trans Jogja. Hasil simulasi menunjukkan bahwa penambahan server pelayanan mampu menurunkan rata-rata waktu tunggu secara signifikan dari 2,47 detik menjadi 1,31 detik. Selain itu, tingkat utilitas antrian menjadi lebih seimbang dibandingkan dengan kondisi sistem sebelumnya. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penambahan fasilitas pelayanan dapat meningkatkan kinerja sistem antrian serta mengurangi waktu tunggu penumpang pada jam-jam sibuk. Oleh karena itu, skenario yang diusulkan dapat dipertimbangkan sebagai rekomendasi yang efektif dalam meningkatkan efisiensi pelayanan tiket pada halte Terminal Jombor.

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian didapatkan data analisis dari tiga jam observasi yang dilakukan, untuk mendapatkan data simulasi dan analisis waktu pelayanan BRT Trans Jogja diperoleh dari 300 pengunjung yang terlayani dalam sistem. Hasil simulasi waktu pelayanan yaitu sebesar 10,49% dan sistem nyata sebesar 10,48% dengan perbedaan sebesar 0,13%. Metode *trace driven* memiliki nilai *error* kecil, sehingga metode ini tepat untuk digunakan dalam analisis simulasi penelitian ini karena dapat merepresentasikan sistem nyata. Usulan perbaikan sistem yang dapat direkomendasikan dari hasil penelitian ini yaitu, dengan menambah server pelayanan untuk mempercepat waktu pelayanan antrian pembelian tiket Trans Jogja. Penelitian ini menganalisis dan memvalidasi sistem antrian tiket pada halte Trans Jogja menggunakan metode simulasi *trace-driven*. Hasil simulasi menunjukkan tingkat kesesuaian yang tinggi dengan sistem nyata, yang ditunjukkan oleh nilai *error* yang rendah serta tidak adanya perbedaan signifikan berdasarkan hasil uji *Mann-Whitney*. Metode *trace-driven* terbukti efektif dalam merepresentasikan kondisi antrian nyata dan dapat digunakan sebagai alat pendukung pengambilan keputusan dalam perbaikan sistem antrian. Selain itu, skenario penambahan server pelayanan yang diusulkan juga menunjukkan potensi dalam mengurangi waktu tunggu serta meningkatkan efisiensi pelayanan pada jam-jam sibuk.

## Daftar Notasi

Zi	bilangan bulat ke-i
a	bilangan pengali
c	bilangan penambah
m	modulus

## Daftar Pustaka

- [1] K.A. Chandra, H. Widyastuti, Analisis kinerja operasional bus rapid transit (BRT) Trans Jogja trayek 8, *Jurnal Teknik ITS*, 9 (2) (2020) 58046.
- [2] B.A. Winandanto, A. Narendra, Analisis pada pemodelan kedatangan dan keberangkatan penumpang bus rapid transit di kota Semarang, *Jurnal Teknologi Transportasi dan Logistik*, 2 (2) (2021) 107–118.
- [3] T. Zebua, S.N. Gulo, S.D. Nasution, G.L. Ginting, Simulasi antrian pelayanan pembagian dana program simpanan keluarga sejahtera menggunakan algoritma first come first server (studi kasus: PT. Pos Indonesia (Persero) Medan), *Jurnal Riset Komputer (Jurikom)*, 3 (4) (2016) 337.
- [4] N. Mahmudah, G.N. Abdi, Pemodelan bangkitan perjalanan pelajar di kota Yogyakarta, *Prosiding Forum Studi Transportasi Antar Perguruan Tinggi*, 2016.
- [5] F. Fauziah, I. Agustina, S. Andryana, Analisis implementasi random number generate (rng) pada simulasi antrian menggunakan aplikasi berbasis.net framework, *Seminar Nasional Informatika*, 2012.
- [6] R.A. Mahessya, L. Mardianti, R. Sovia, Pemodelan dan simulasi sistem antrian pelayanan pelanggan menggunakan metode monte carlo pada PT Pos Indonesia (Persero) Padang, *Jurnal Ilmu Komputer*, 6 (1) (2017) 15–24.
- [7] B. Biller, C. Gunes, Introduction to simulation input modeling, *Proceedings of the 2010 Winter Simulation Conference*, IEEE, (2010) 49–58.
- [8] R. Cheng, History of input modeling, *2017 Winter Simulation Conference (WSC)*, IEEE, (2017) 181–201.
- [9] T. Beretvas, A simulation model representing the OS/VSS2 release 2 control program, *Operating Systems*, C. Gelenbe E. Kaiser, Ed., Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, (1974) 15–29.

- [10] E. Harinda, H. Larijani, R.M. Gibson, Trace-driven simulation of LoRaWAN air channel propagation in an urban scenario, *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, 5 (6) (2020) 211–220.
- [11] A. Jeffers, K. Konrad, G. Larson, K. Allen-Moyer, H. Cunny, K. Shockley, Simulation methodologies to determine statistical power in laboratory animal research studies, *Lab. Anim.*, 58 (5) (2024) 486–492.
- [12] A.M. Law, How to select simulation input probability distributions, *Proceedings of the 2011 Winter Simulation Conference (WSC)*, (2011) 1389–1402.
- [13] A. Law, D. Kelton, *Simulation Modeling and Analysis* / A.M. Law, W.D. Kelton, 2014.