

Model Antrian Pelayanan Penumpang Keberangkatan Bandara Dengan Metode Simulasi Di Bandar Udara Yogyakarta International Airport (YIA)

Marni Astuti¹, Riani Nurdin², Muhammad Habib Nur Khoirullah³, Esa Rengganis S.⁴, Gunawan⁵

Department of Industrial Engineering, Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto, Indonesia

Article Info

Article history:

Received March 5, 2025

Accepted August 21, 2025

Published November 20, 2025

Keywords:

Simulation
Airport YIA
Anylogic

ABSTRAK

Bandara Internasional Yogyakarta (Yogyakarta International Airport/YIA) di Kulon Progo, yang beroperasi penuh sejak 2019, merupakan salah satu bandara modern di Indonesia. Penelitian ini berfokus pada analisis utilitas tenaga kerja di terminal keberangkatan, khususnya pada layanan check-in, security check point, dan gate area. Permasalahan utama yang diidentifikasi adalah rendahnya tingkat pemanfaatan sumber daya manusia pada beberapa titik layanan, yang berpotensi menimbulkan inefisiensi operasional.

Pendekatan penelitian menggunakan simulasi dengan perangkat lunak AnyLogic PLE, yang dimodelkan berdasarkan jumlah penumpang keberangkatan. Hasil simulasi menunjukkan tingkat utilitas yang bervariasi: Check-in Area—Operator 1 sebesar 82% (4 operator), Operator 2 sebesar 89% (6 operator), Operator 3 sebesar 79% (4 operator); Security Check Point—SCP 1 sebesar 20% (2 operator), SCP 2 sebesar 8% (4 operator); Gate Area—Gate 1 sebesar 2,9% (2 operator), Gate 2 sebesar 3,4% (4 operator), dan Gate 3 sebesar 3,1% (2 operator).

Hasil ini mengindikasikan adanya ketidakseimbangan antara kapasitas tenaga kerja dengan volume penumpang pada beberapa titik layanan. Implikasi praktis dari penelitian ini adalah perlunya penataan ulang penjadwalan dan distribusi tenaga kerja berbasis data simulasi untuk meningkatkan efisiensi dan mempertahankan kualitas pelayanan penumpang.



Corresponding Author:

Marni Astuti,
Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto,
Lanud Adisutjipto, Jl. Raya Janti Blok R, Karang Janbe, Banguntapan, Kec. Banguntapan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta.
Email: marniastuti@itda.ac.id

1. PENGANTAR

Berdasarkan data dari Kementerian Perhubungan (Kemenhub) dan Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah kedatangan penumpang pesawat udara di Indonesia pada tahun 2022 tercatat sebanyak 57.030.816 orang, dan meningkat menjadi 66.719.059 orang pada tahun 2023, atau naik lebih dari 17% dibandingkan tahun sebelumnya. Sementara itu, jumlah keberangkatan penumpang pesawat udara pada tahun 2022 mencapai 52.783.838 orang, dan meningkat menjadi 62.047.353 orang pada tahun 2023, yang juga menunjukkan pertumbuhan lebih dari 17%.

Yogyakarta International Airport (YIA) diproyeksikan menjadi bandara terbesar ketiga di Indonesia, setelah Bandara Soekarno-Hatta dan Bandara I Gusti Ngurah Rai. Kehadiran YIA merupakan bentuk komitmen PT Angkasa Pura Airports dalam mendukung pengembangan konektivitas udara serta mendorong pertumbuhan

wilayah. Bagi pengguna jasa, YIA diharapkan mampu meningkatkan level of service pada aspek pelayanan, dengan tetap mengutamakan faktor keselamatan dan keamanan.

Dari sisi infrastruktur, YIA memiliki fasilitas sisi udara (airside) yang telah selesai dibangun 100%, dengan landas pacu sepanjang 3.250 meter, lebar 45 meter, serta shoulder selebar 15 meter di kedua sisi. Spesifikasi ini memungkinkan pendaratan pesawat berbadan besar, seperti Boeing 777-300 dan Airbus A380. Selain fasilitas utama, ketersediaan fasilitas pendukung menjadi aspek penting dalam memastikan kelancaran operasional penerbangan. Oleh karena itu, YIA telah menyiapkan sejumlah sarana pendukung untuk menunjang kelancaran layanan penerbangan [1].

Penelitian ini difokuskan pada layanan terminal keberangkatan di YIA, khususnya permasalahan antrian penumpang [2] pada sistem pelayanan terminal keberangkatan. Antrian terjadi akibat ketidakseimbangan antara tingkat kedatangan penumpang dengan kapasitas pelayanan. Perbedaan antara permintaan terhadap fasilitas pelayanan dan kemampuan fasilitas untuk melayani dapat menimbulkan dua konsekuensi utama, yaitu terbentuknya antrian dan terjadinya pengangguran kapasitas. Fenomena ini terjadi pada berbagai titik layanan, seperti proses check-in dan pemeriksaan keamanan. Oleh karena itu, koordinasi antarunit seperti keamanan, layanan pelanggan, dan pengelolaan penerbangan menjadi krusial untuk memastikan kelancaran operasional.

Untuk memahami tingkat utilitas fasilitas dan sumber daya manusia, diperlukan evaluasi berbasis simulasi. Pendekatan ini memungkinkan identifikasi langkah perbaikan yang dapat meningkatkan efisiensi layanan terminal keberangkatan di YIA. Studi terdahulu menunjukkan bahwa setiap bandara memiliki kapasitas maksimal untuk mengakomodasi jumlah penerbangan [3]. Apabila kapasitas terlalu besar dibandingkan jumlah penerbangan, sebagian fasilitas akan menganggur. Sebaliknya, jika jumlah penerbangan melebihi kapasitas, maka pelayanan akan menurun dan potensi penumpukan penumpang meningkat. Oleh karena itu, pengelola bandara perlu mengetahui kapasitas fasilitas secara akurat agar pelayanan tetap optimal.

Simulasi merupakan salah satu metode decision support system yang memberikan kemampuan kepada pengambil keputusan untuk mengantisipasi perubahan dan memproyeksikan kinerja sistem [4]. Simulasi didefinisikan sebagai teknik analisis yang meniru kinerja sistem nyata dalam lingkungan terkendali untuk mengestimasi kinerja sebenarnya. Berbagai penelitian sebelumnya telah menggunakan model simulasi untuk analisis kapasitas dan peningkatan kinerja bandara [5], [6], [7], [8], [9]. Oleh sebab itu, metode simulasi dipilih pada penelitian ini sebagai alat untuk mendukung proses pengambilan keputusan [10], [11].

Berdasarkan uraian tersebut, terjadi ketidakseimbangan antara tingkat kedatangan penumpang dengan kapasitas fasilitas pelayanan, yang menyebabkan antrian pada titik-titik kritis seperti konter check-in, security check point, dan boarding gate. Kondisi ini mengakibatkan terbentuknya antrian panjang pada jam sibuk, berpotensi menurunkan level of service, serta menimbulkan pengangguran kapasitas pada saat beban rendah. Di sisi lain, standar pelayanan bandara mensyaratkan bahwa kapasitas fasilitas harus mampu mengakomodasi puncak permintaan dengan waktu tunggu yang minimal, tanpa mengorbankan faktor keselamatan, keamanan, dan kenyamanan penumpang. Gap terjadi karena kapasitas aktual fasilitas dan pengaturan sumber daya manusia di YIA belum sepenuhnya selaras dengan standar pelayanan optimal tersebut. Tanpa intervensi yang tepat, perbedaan ini berpotensi menghambat kelancaran operasional, menurunkan efisiensi, dan mengurangi kepuasan pengguna jasa bandara.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Terminal Area Pelayanan Keberangkatan Penumpang di Bandara Yogyakarta International Airport. Pengumpulan data dilakukan dengan pengukuran menggunakan alat ukur (*stopwatch*). Data diambil dari 120 sampel waktu kedatangan penumpang dan waktu pelayanan penumpang dari jam 10 - sampai jam 12. Variabel yang diukur adalah waktu antar kedatangan penumpang dan waktu pelayanan di setiap titik layanan.

2.1 Pemodelan Sistem

Model disusun dengan mengamati kondisi aktual di terminal keberangkatan, mencakup alur penumpang mulai kedatangan hingga boarding gate. Proses ini merupakan bagian dari membuat imitasi dari sistem dinamis yang bertujuan mengevaluasi dan memperbaiki performa sistem [12]. Pemodelan dilakukan untuk merepresentasikan sistem aktual terminal keberangkatan dengan mengidentifikasi elemen-elemen yang meliputi entitas, aktivitas, sumber daya dan *control* [12], [13], [14]. Tahapan pemodelan meliputi:

- 1) Identifikasi Komponen Model
 - a. Entity: Penumpang.
 - b. Atribut: Waktu antar kedatangan, waktu pelayanan.
 - c. Resource: Operator (petugas layanan).
 - d. Control: Waktu pelayanan sebagai pengatur alur proses.
 - e. Performance Measure: Nilai utilitas operator.

- f. Decision Variable: Performa operator.
- 2) Penyusunan Activity Cycle Diagram (ACD)
 - a. ACD digunakan untuk memetakan urutan aktivitas penumpang dan interaksi dengan sumber daya [15].
 - b. Diagram ini menjadi dasar perancangan model simulasi di software.
- 3) Perancangan Layout Model di AnyLogic

Observasi dalam sebuah sistem dapat menjadi dasar dalam pembentukan sebuah model [16]. Simulasi dilakukan dengan menggunakan *software Anylogic: Simulation Modelling Software*.
- 2.2 Uji Distribusi Data

Data hasil pengukuran diuji distribusinya untuk mengetahui pola kedatangan dan waktu pelayanan. Hasil uji distribusi digunakan sebagai input pada model simulasi.
- 2.3 Simulasi

Model dijalankan menggunakan AnyLogic Simulation Modelling Software untuk mereplikasi kondisi operasional aktual. Simulasi dilakukan untuk:

 - a. Menghitung nilai utilitas sumber daya (operator).
 - b. Mengidentifikasi potensi bottleneck atau kapasitas menganggur.
- 2.4 Verifikasi dan Validasi

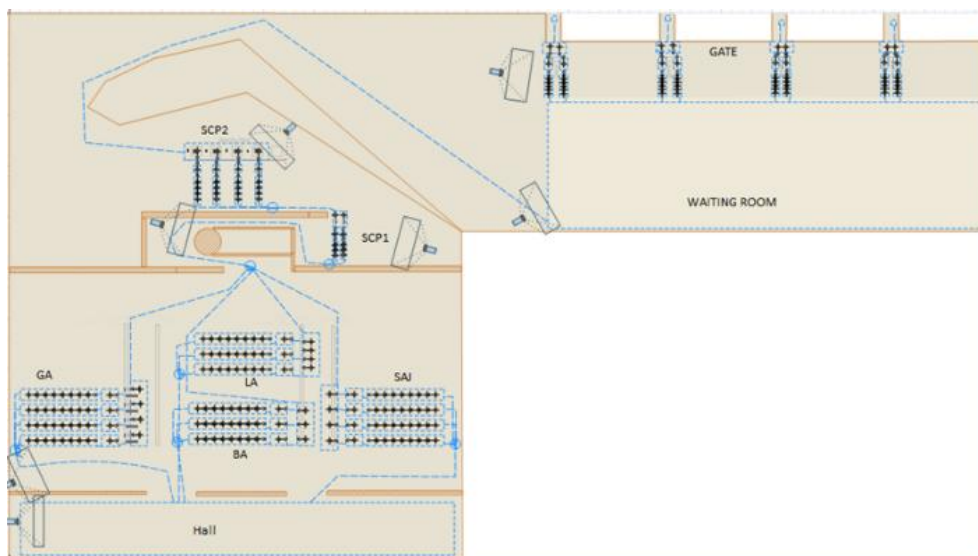
Verifikasi untuk menjamin bahwa konseptual model telah terwakili dengan akurat kedalam komputerisasi
Validasi ini dilakukan dengan cara mengkorelasikan model dengan total nilai yang sama pada kondisi aktual
- 2.5 Perancangan Usulan Perbaikan
- 3 Berdasarkan hasil simulasi, disusun alternatif perbaikan yang dapat meningkatkan efektivitas pelayanan, seperti pengaturan jumlah operator atau penyesuaian alur proses.

3. HASIL DAN ANALISIS

Pada bab ini, peneliti akan menguraikan data yang telah dikumpulkan dan diolah sehingga dapat dibahas lebih lanjut dalam proses simulasi

3.1 Perancangan Model

Penelitian ini menggunakan metode simulasi dengan cara memodelkan layout, waktu antar kedatangan penumpang dan waktu pelayanan penumpang dari *Hall keberangkatan*, *Check-in Counter*, *Security Check Point 1*, *Security Check Point 2*, *Waiting Room*, dan *GATE* yang dibuat dengan bantuan *software Anylogic* versi 8.9



Gambar 1. Layout Sistem

3.2 Activity Cycle Diagram

Gambar 2 menunjukkan pergerakan penumpang (*entity*) dan operator (*resources*) yang berada dalam sistem Pelayanan Keberangkatan Penumpang di Yogyakarta International Airport. Penumpang yang datang menuju Pelayanan dan menunggu. Apabila Pelayanan menganggur maka resource akan idle.



Gambar 2. Activity Cycle Diagram

3.3 Uji Distribusi

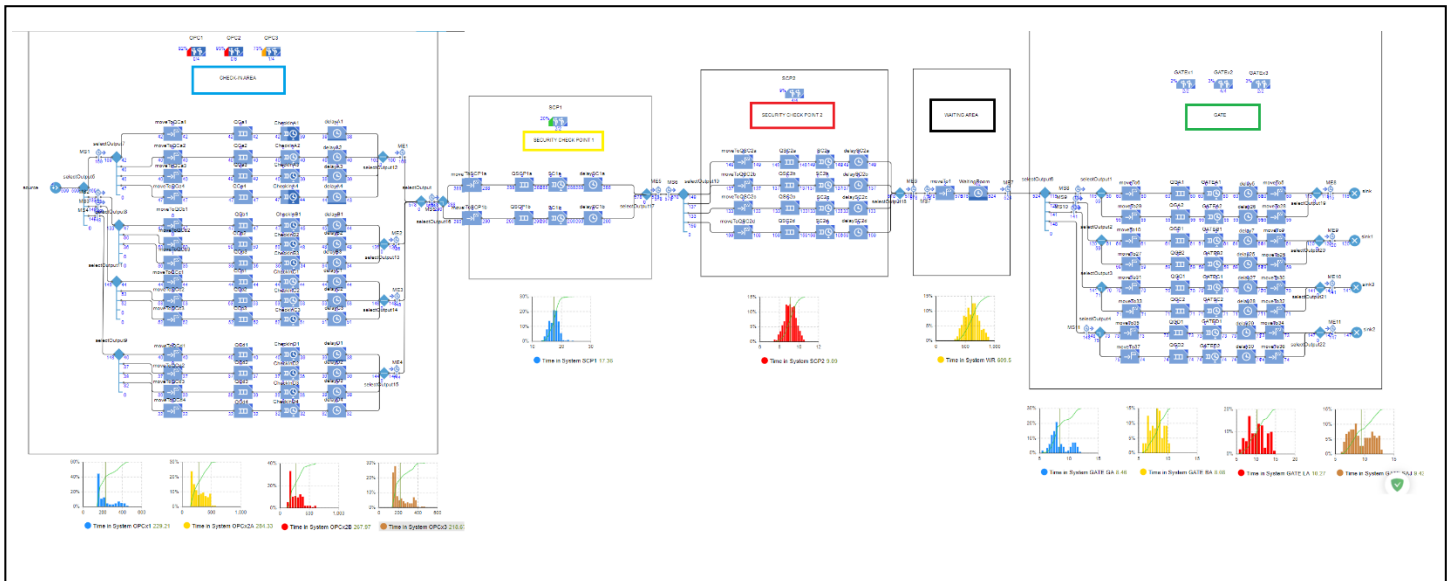
Data yang dikumpulkan dari pengamatan sistem langsung adalah data waktu kedatangan penumpang, dan waktu pelayanan di Terminal Keberangkatan Penumpang YIA. Tabel 2 berikut menunjukkan data yang telah dikumpulkan dan telah diuji distribusi.

Tabel 2. Hasil Uji Distribusi		
No.	Tempat	Distribusi
1	Kedatangan	Beta (11.1, 13.3, 1.09, 1.4)
2	Pelayanan Check-in	Beta (144, 146, 0.934, 1.07)
3	Pelayanan Security Check Point 1	Beta (0.952, 6.1, 7.76, 1.86)
4	Pelayanan Security Check Point 2	Normal(4.49, 0.336)
5	Pelayanan GATE	Triangular(2.96, 3.94, 3.7)

3.4 Running Model Simulasi

Gambar 3 Simulasi yang akan dilakukan selama 2 jam (7200 detik) mengenai antrian pelayanan penumpang keberangkatan di Bandara Yogyakarta International Airport (YIA) akan berfokus pada pengamatan dan analisis terhadap aliran penumpang yang melalui proses keberangkatan, mulai dari proses *check-in* hingga *boarding* pesawat. Tujuan utama simulasi ini adalah untuk menganalisis efisiensi sistem antrian di bandara dan mengidentifikasi utilitas sumber daya dalam pelayanan, serta mencari cara untuk mengoptimalkan proses pelayanan agar lebih cepat dan efisien. Model peneliti dapat dilihat di *AnyLogic Cloud*

<https://cloud.anylogic.com/model/bfe8609a-fc39-4dc5-97f2-d046d5d11521?mode=SETTINGS>



Gambar 3. Running Model Simulasi

Output running simulasi dengan AnyLogic Cloud disajikan pada tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Hasil Output Run Simulasi

No.	Tempat	Utilitas	Time in System	Jumlah Operator
		(Persentase)	(Detik)	
1	Check-in Area			
	- Operator Check-in 1	82,30%	229,21	4
	- Operator Check-in 2A	93,40%	284,33	3
	- Operator Check-in 2B	93,40%	267,97	3
	- Operator Check-in 3	73,80%	218,67	4
2	Security Check Point 1	20,70%	17,36	2
3	Security Check Point 2	9,00%	9,09	4
4	Waiting Room		609,5	
5	GATE			
	- Operator GATEx1	2,80%	8,46	2
	- Operator GATEx2A	3,20%	8,08	2
	- Operator GATEx2B	3,20%	10,27	2
	- Operator GATEx3	3,60%	9,42	2

Dari tabel 3 di atas, hasil simulasi menunjukkan bahwa proses check-in memiliki tingkat utilitas sumber daya yang relatif tinggi dibandingkan titik layanan lainnya. Operator Check-in 2A dan 2B mencapai utilitas tertinggi sebesar 93,40%, dengan rata-rata waktu pelayanan di sistem (Time in System) masing-masing 284,33 detik dan 267,97 detik. Hal ini menunjukkan bahwa kedua pos check-in tersebut bekerja hampir mendekati kapasitas maksimalnya, sehingga berpotensi menjadi titik bottleneck jika terjadi lonjakan penumpang, karena potensi untuk menambah beban kerja sangat terbatas. Operator Check-in 1 juga memiliki utilitas tinggi (82,30%) dengan waktu layanan 229,21 detik, sementara Check-in 3 sedikit lebih rendah (73,80%) dengan waktu layanan 218,67 detik, yang menunjukkan adanya sedikit kelonggaran kapasitas di pos ini.

Berbeda dengan check-in, titik layanan pemeriksaan keamanan (security check point) menunjukkan utilitas yang sangat rendah. Security Check Point 1 hanya memiliki tingkat utilitas 20,70% dengan waktu layanan 17,36 detik, sedangkan Security Check Point 2 lebih rendah lagi, yaitu 9% dengan waktu layanan 9,09 detik.

Angka ini mengindikasikan bahwa kapasitas di titik ini jauh melebihi beban kerja aktual. Kondisi tersebut mengarah pada overcapacity atau pengangguran sumber daya, di mana jumlah operator yang tersedia tidak sebanding dengan volume penumpang yang harus dilayani.

Kondisi yang sama juga terlihat pada titik layanan gate. Utilitas operator di semua gate sangat rendah, berkisar antara 2,80% hingga 3,60%, dengan waktu layanan rata-rata kurang dari 11 detik. Meskipun angka ini mencerminkan bahwa proses boarding berlangsung sangat cepat dan lancar, tingkat pemanfaatan sumber daya yang terlalu rendah mengindikasikan adanya inefisiensi penempatan personel, terutama pada jam-jam tertentu ketika arus penumpang tidak padat. Selain itu, waktu tunggu di ruang tunggu (waiting room) tercatat mencapai 609,5 detik (sekitar 10 menit), yang menunjukkan bahwa penumpang menghabiskan waktu cukup lama menunggu sebelum boarding. Waktu tunggu ini sebagian besar diakibatkan oleh adanya perbedaan kecepatan antara proses pemeriksaan keamanan yang relatif cepat dan proses boarding yang menunggu jadwal keberangkatan.

Secara keseluruhan, hasil ini menggambarkan adanya ketidakseimbangan pemanfaatan sumber daya di terminal keberangkatan. Di satu sisi, titik layanan check-in memiliki beban kerja tinggi dan berpotensi menjadi bottleneck, sementara titik layanan pemeriksaan keamanan dan gate memiliki kapasitas yang berlebihan dibandingkan beban aktual. Hal ini menunjukkan perlunya penyesuaian distribusi sumber daya manusia agar utilisasi menjadi lebih merata, serta perencanaan kapasitas yang mempertimbangkan pola kedatangan penumpang secara real-time.

3.5 Verifikasi

Verifikasi dalam model ini meliputi pemeriksaan model untuk menyakinkan bahwa semua elemen dalam model mewakili sistem nyata

Tabel 4. Verifikasi Simulasi Sistem Model

No	Tempat	Aktual	Model	Keterangan
1	<i>Source</i>			Sesuai
2	<i>Check-in</i>			
	Maskapai GA	4 Unit	4 Unit	Sesuai
	Maskapai BA	3 Unit	3 Unit	Sesuai
	Maskapai LA	3 Unit	3 Unit	Sesuai
	Maskapai SAJ	4 Unit	4 Unit	Sesuai
4	<i>Security Check Point 1</i>	2 Unit	2 Unit	Sesuai
5	<i>Security Check Point 2</i>	4 Unit	4 Unit	Sesuai
6	<i>Waiting Room</i>	1 Unit	1 Unit	Sesuai
7	<i>GATE</i>			
	GATE GA	2 Unit	2 Unit	Sesuai
	GATE BA	2 Unit	2 Unit	Sesuai
	GATE LA	2 Unit	2 Unit	Sesuai
	GATE SAJ	2 Unit	2 Unit	Sesuai
8	<i>Sink</i>			
	<i>Exit1</i>	1 Unit	1 Unit	Sesuai
	<i>Exit2</i>	1 Unit	1 Unit	Sesuai
	<i>Exit3</i>	1 Unit	1 Unit	Sesuai
	<i>Exit4</i>	1 Unit	1 Unit	Sesuai

Dari tabel 4 dapat dilihat uji verifikasi model menunjukkan bahwa semua komponen model telah sesuai dengan sistem aktual

3.6 Validasi

Analisis validasi dilakukan untuk mengetahui sejauh mana ketetapan dan kecermatan suatu model dalam melakukan fungsi simulasinya. Analisis ini dilakukan dengan cara mengkorelasikan model dengan total nilai item yang sama pada kondisi aktual. Uji statistik yang digunakan dalam validasi model ini adalah Uji Normalitas dan Uji *Paired-Samples T Test*. Analisis validasi dilakukan untuk mengetahui sejauh mana ketetapan dan kecermatan suatu model dalam melakukan fungsi simulasinya. Analisis ini dilakukan dengan cara mengkorelasikan model dengan total nilai item yang sama pada kondisi aktual [4]. Uji statistik yang digunakan dalam validasi model ini diantaranya:

1) Uji Normalitas Data

Uji normalitas data model adalah uji untuk mengetahui apakah data pada model berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas ini akan menggunakan uji *Shapiro-Wilk* [10]. Dasar pengambilan keputusan dalam uji, dapat dilakukan melalui pendekatan probabilitas, signifikansi yang digunakan $\alpha=0,05$. Dasar pengambilan keputusan adalah melihat angka probabilitas, dengan ketentuan sebagai berikut:

- a. Jika nilai Sig. > 0.05 maka asumsi normalitas terpenuhi.
- b. Jika nilai Sig. < 0.05 maka asumsi normalitas tidak terpenuhi.

Tabel 5. Hasil Uji Normalitas Data

Model	Sig.
Model GA	0.901
Model BA	0.387
Model LA	0.276
Model SAJ	0.528

Dari tabel 5 dapat dilihat bahwa semua hasil uji normalitas data pada model lebih besar dari nilai Sig. 0.05, maka asumsi normalitas terpenuhi.

2) Uji Paired-Sample T Test

Dasar pengambilan keputusan dalam uji, dapat dilakukan melalui pendekatan probabilitas, signifikansi yang digunakan $\alpha=0,05$. Dasar pengambilan keputusan adalah melihat angka probabilitas, dengan ketentuan *Paired sample t-test*, Hipotesis untuk kasus ini adalah :

- a. H_0 : Kedua rata-rata populasi adalah identik (tidak berbeda secara nyata)
- b. H_1 : Kedua rata-rata populasi adalah tidak identik (berbeda secara nyata)

Dasar pengambilan keputusan berdasarkan tingkat signifikansi:

- a. H_0 diterima : jika probabilitas/tingkat signifikansi > 0.05
- b. H_0 ditolak : jika probabilitas/tingkat signifikansi ≤ 0.05

Tabel 6. Hasil Uji Paired-Sample T Test

Paired-Sample	Sig. (2-tailed)
ModelGA – Aktual GA	0.529
ModelGA – Aktual GA	0.883
ModelGA – Aktual GA	0.523
ModelGA – Aktual GA	0.090

Dari tabel 6 dapat dilihat semua hasil uji *paired sample t test* pada model lebih besar dari 0.05 maka H_0 diterima dan H_1 ditolak, dapat diartikan bahwa tidak ada perbedaan pada output model dan aktual. Hal ini berarti model yang dibangun sesuai dengan kondisi aktual sehingga model dapat digunakan untuk penelitian lebih lanjut.

3.7 Alternatif Usulan

Alternatif usulan dilakukan berdasarkan hasil running model awal pada nilai utilitas yang rendah. *Security Check Point 2* memiliki utilitas terendah sebesar 9% tetapi memiliki *resources* 4 unit, oleh karena itu peneliti melakukan uji alternatif dengan mengurangi *resources* untuk melihat apakah ada perbedaan pada pelayanan. Model alternatif dibangun dan running untuk mendapatkan output.

Tabel 7. Hasil Usulan Output

Tempat	Utilitas	Jumlah Operator	<i>Time in System</i> Model	<i>Time in System</i> Riil	Perbandingan
	(Persentase)	(Orang)	(Detik)	(Detik)	
<i>Security Check Point 2</i> (Sebelum Usulan)	9%	4	9,09	11,64	21,91%
<i>Security Check Point 2</i> (Sesudah Usulan)	12,50%	3	9,69	11,64	16,75%
<i>Security Check Point 2</i> (Sesudah Usulan)	18,90%	2	10,65	11,64	8,51%

Dari tabel 7 menunjukkan perbandingan output *Security Check Point 2* pada indikator persentase utilitas, *time in system*, dan jumlah operator. Berdasarkan hasil simulasi, titik layanan *Security Check Point 2* teridentifikasi memiliki tingkat pemanfaatan sumber daya (utilitas) yang sangat rendah, yaitu hanya 9% pada kondisi awal, meskipun didukung oleh empat operator. Kondisi ini menunjukkan adanya ketidakefisienan penempatan sumber daya manusia, di mana jumlah personel tidak sebanding dengan beban kerja aktual. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dilakukan uji coba skenario alternatif dengan mengurangi jumlah operator secara bertahap dan mengamati dampaknya terhadap kinerja sistem.

1. Skenario Pengurangan dari 4 menjadi 3 Operator. Pengurangan satu operator menyebabkan utilitas meningkat dari 9% menjadi 12,50%, sementara waktu pelayanan (*time in system*) naik sedikit dari 9,09 detik menjadi 9,69 detik. Kenaikan waktu ini masih sangat kecil dan tidak berdampak signifikan terhadap kelancaran proses, namun efisiensi penggunaan tenaga kerja meningkat.
2. Skenario Pengurangan dari 4 menjadi 2 Operator. Pada skenario ini, utilitas meningkat lebih signifikan, dari 9% menjadi 18,90%, dengan kenaikan waktu pelayanan dari 9,09 detik menjadi 10,65 detik. Meskipun terjadi sedikit penambahan waktu, perbedaan ini tetap dalam batas yang dapat diterima dan tidak mengganggu kenyamanan penumpang. Sebaliknya, efisiensi penggunaan sumber daya manusia meningkat secara nyata.

Jika dilihat dari dampak keseluruhan sistem, pengurangan jumlah operator di *Security Check Point 2* tidak hanya meningkatkan utilitas di titik tersebut, tetapi juga memberi efek positif pada efisiensi layanan secara umum. Hasil simulasi menunjukkan bahwa:

- 1) Waktu total di sistem (*time in system*) pada proses check-in turun dari 260,27 detik (aktual) menjadi 250,57 detik (model).
- 2) Waktu pelayanan di *Security Check Point 1* berkurang dari 20,16 detik menjadi 17,36 detik.
- 3) Waktu di *Security Check Point 2* turun drastis dari 15,12 detik (aktual) menjadi 9,09 detik pada model.
- 4) Proses di gate juga lebih cepat, dari 11,64 detik menjadi 9,06 detik.

Dengan kata lain, meskipun jumlah operator di *Security Check Point 2* dikurangi separuhnya (dari 4 menjadi 2 orang), sistem justru menunjukkan kinerja lebih efisien dengan peningkatan utilitas sebesar 8,51% dibandingkan kondisi aktual. Hal ini membuktikan bahwa penyesuaian alokasi sumber daya dapat mengurangi pemborosan kapasitas tanpa mengorbankan kecepatan pelayanan, bahkan dapat memperbaikinya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis yang telah di bahas pada bab sebelumnya tentang pensimulasian aktivitas pelayanan penumpang di Terminal Bandara Yogyakarta International Airport, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Model simulasi yang dibangun telah terverifikasi dan tervalidasi, dengan hasil uji validasi menunjukkan nilai signifikansi $> 0,05$, sehingga model dinyatakan mampu merepresentasikan kondisi aktual.
2. Hasil simulasi menunjukkan adanya ketidakseimbangan pemanfaatan sumber daya, di mana utilitas terendah terdapat pada *Security Check Point 2* (9%) dan seluruh titik layanan di gate ($<4\%$), sedangkan titik check-in memiliki utilitas yang relatif tinggi.
3. Alternatif perbaikan pada *Security Check Point 2* dengan mengurangi jumlah operator dari 4 menjadi 2 meningkatkan utilitas dari 9% menjadi 18,90%, dengan kenaikan *time in system* yang relatif kecil dan masih dalam batas wajar. Hal ini membuktikan bahwa penyesuaian jumlah operator dapat meningkatkan efisiensi tanpa menurunkan kualitas pelayanan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Noegraha Adhietama, "Analisis Implementasi Sistem Manajemen Keselamatan (Safety Management System) Diground Handling Service Pt.Xyz Di Bandar Udayogyakarta International Airport (Yia) Denganmetode Gap Analysis," Jan. 2023.
- [2] F. A. Ekoanindiyo, "PEMODELAN SISTEM ANTRIAN DENGAN MENGGUNAKAN SIMULASI," *Jurnal Ilmiah Dinamika Teknik*, vol. 5, no. 1, Jan. 2011.
- [3] M. Susilo Hermansyah, C. Nugraha, and dan Rispiana, "MODEL SIMULASI UNTUK ANALISIS KAPASITAS BANDAR UDARA HUSEIN SASTRANEGARA *," *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional Juli*, 2014.
- [4] J. Heizer, B. Render, and C. Munson, *Operations management : sustainability and supply chain management*, 12th ed. Harlow Pearson Education, 2017.
- [5] P. D. Sentia, I. Ilyas, and R. Haikal, "Pendekatan Simulasi untuk Analisis Antrian pada Bengkel Servis PT. X," *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, vol. 15, no. 2, pp. 105–113, Nov. 2016, doi: 10.25077/JOSI.V15.N2.P105-113.2016.
- [6] Y. Iriani and S. F. Larasati, *PENENTUAN WAKTU OPTIMAL NYALA PENGATUR LAMPU LALU LINTAS DENGAN MENGGUNAKAN METODE SIMULASI (Studi Kasus di Perempatan Jl. Soekarno Hatta Buah – Batu)*. Seminar Nasional TEKNOIN 2014, Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, 2014.
- [7] Y. CHARIANSYA PRATAMA, "Analisis Sistem Hanggar Pasar Giwangan Untuk Meningkatkan Aksesibilitas Dengan Pendekatan Simulasi," Apr. 2020.
- [8] R. S. Maulana, M. Astuti, and E. R. Sullyartha, "PENENTUAN WAKTU OPTIMAL NYALA LAMPU LALU LINTAS BERDASARKAN JUMLAH KENDARAAN MENGGUNAKAN METODE SIMULASI (Studi Kasus Pada Perempatan Jl. Majapahit, Blok O – Yogyakarta)," *Jumantara Jurnal Manajemen dan Teknologi Rekayasa*, vol. 2, no. 2, p. 41, Jul. 2023, doi: 10.28989/jumantara.v2i2.1571.
- [9] M. Astuti, Y. Zabidi, and P. N. Santoso, "Hangar Utility Simulation as a Traffic Flow Density Scenario in Giwangan Market Yogyakarta," *Conference SENATIK STT Adisutjipto Yogyakarta*, vol. 6, Dec. 2020, doi: 10.28989/SENATIK.V6I0.415.
- [10] M. Arifin, *Simulasi Sistem Industri*. Graha Ilmu, 2009.
- [11] S. V. Hoover and R. F. Perry, *Simulation: a problem-solving approach*. Massachusetts: Addison-Wesley, 1990.
- [12] C. Harrell, R. O. Bowden, and K. G. Biman, *Simulation using promodel*, Third Edit. New York: McGraw-Hill Higher Education, 2012.
- [13] Ni Gusti Ayu Kade Widiastuti, Sucipto Adisuwiryo, and Elfira Febriani Harahap, "Perancangan Model Simulasi Tata Letak Lantai Produksi Bucket SAW di Area Fabrikasi PT Kharisma Logam Utama," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 13, no. 2, pp. 110–120, 2023, doi: 10.25105/jti.v13i2.17508.
- [14] R. Cornellia, "Analisis Antrian pada Locket Pembuatan Elektronik KTP dengan Menggunakan Simulasi Promodel," *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)*, vol. 3, no. 2, p. 119, 2018, doi: 10.30998/string.v3i2.2763.
- [15] D. Kang and B. K. Choi, "The extended activity cycle diagram and its generality," *Simulation Modelling Practice and Theory*, vol. 19, no. 2, pp. 785–800, Feb. 2011, doi: 10.1016/J.SIMPAT.2010.11.004.
- [16] L. A. M and K. W. D., *Simulation modeling and analysis*. McGraw-Hill, 2000.