

DOI: <https://doi.org/10.38035/sjtl.v4i2.1048><https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Rancangan Konsep *Self Baggage Drop* (SBD) Berbasis Operasional Bandara untuk Optimalisasi *Passenger Flow* di Bandar Udara Internasional Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru

Shabira Afina Pajri¹, Agoes Soebagio², Lina Rosmayanti³

¹Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, Tangerang, Indonesia, shabiraafina28@gmail.com

²Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, Tangerang, Indonesia, soebagioagoes@gmail.com

³Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, Tangerang, Indonesia, lina.rosmayanti@ppicurug.ac.id

Corresponding Author: lina.rosmayanti@ppicurug.ac.id³

Abstrak: Peningkatan jumlah penumpang di Bandar Udara Internasional Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru selama periode 2022–2025 meningkatkan beban pelayanan check-in, sementara proses masih didominasi sistem konvensional sehingga penumpang berbagasi tetap bergantung pada konter, menimbulkan penumpukan pada jam sibuk dan mengganggu kelancaran pergerakan penumpang. Kajian terdahulu mengenai sistem penyerahan bagasi mandiri umumnya menilai kecukupan fasilitas secara deskriptif tanpa mengaitkannya dengan proyeksi pertumbuhan penumpang dan tahapan pengembangan infrastruktur bandara. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi faktor operasional penyebab penumpukan penumpang dan menganalisis kebutuhan optimalisasi pelayanan melalui perancangan konsep sistem penyerahan bagasi mandiri. Penelitian menggunakan pendekatan penelitian dan pengembangan tahap konseptual, dengan teknik observasi, kuesioner, wawancara, dan studi dokumen. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata waktu pelayanan mencapai 2,7 menit per penumpang, melebihi standar yang ditetapkan, serta terdapat kekurangan empat konter pada jam sibuk tahun 2025, sementara 91,3 persen responden merasakan penumpukan antrean. Rancangan konsep sistem dua tahap terintegrasi diusulkan sebanyak empat unit untuk kondisi eksisting, atau tiga unit disertai penambahan lima konter pada rencana pengembangan terminal. Kebaruan penelitian terletak pada integrasi perhitungan teori antrean, proyeksi pertumbuhan penumpang, dan rencana perluasan terminal ke dalam satu kerangka rancangan tata letak bertahap.

Kata Kunci: *Check-In*, Efisiensi Operasional, Pergerakan Penumpang, Pelayanan Bandara, Sistem Penyerahan Bagasi Mandiri.

Abstract: The increasing number of passengers at Sultan Syarif Kasim II International Airport, Pekanbaru, during 2022–2025 has intensified the workload of departure check-in services. Although self check-in facilities are available, passengers with checked baggage remain dependent on conventional counters, resulting in congestion during peak hours and disrupting passenger flow. Previous studies on Self Baggage Drop (SBD) have primarily focused on operational efficiency or user perception without integrating facility requirements, passenger growth projections, and terminal development planning. This study aims to identify the operational factors causing congestion at the check-in area and analyze the need for service

optimization through the conceptual design of a Self Baggage Drop system. A Research and Development (R&D) Level 1 approach was employed using observation, questionnaires, interviews, documentation, queuing theory (M/M/s), passenger forecasting with Triple Exponential Smoothing, and expert validation. The results indicate that the average service time reached 2.7 minutes per passenger, exceeding the 2.5-minute standard, while queuing analysis identified a shortage of four check-in counters during peak hours in 2025. Furthermore, 91.3% of respondents perceived frequent queue congestion. The proposed two-step hybrid SBD concept requires four units under existing conditions and three units after terminal expansion. The study's novelty lies in integrating queuing analysis, passenger forecasting, and terminal expansion planning into a staged SBD layout design framework.

Keywords: Check-In, Operational Efficiency, Passenger Flow, Airport Service, Self-Service Baggage Drop.

PENDAHULUAN

Bandar Udara Internasional Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru merupakan bandar udara yang melayani penerbangan domestik dan internasional serta berperan sebagai simpul transportasi udara di Provinsi Riau sebagaimana ditetapkan dalam Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM 37 Tahun 2025. Peningkatan aktivitas penerbangan berdampak pada meningkatnya intensitas pelayanan penumpang, khususnya di area *check-in* keberangkatan sebagai titik awal proses pelayanan sebelum penumpang memasuki pemeriksaan keamanan dan ruang tunggu. (Amir et al., 2025; ICAO, 2018; Keputusan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor KM 37 Tahun 2025 Tentang Penetapan Bandar Udara Internasional, 2025).

Tabel 1. Data Penumpang Keberangkatan Internasional Bandar Udara Internasional Sultan Syarif Kasim II

Tahun	Internasional	Domestik	Total
2021	109	604.449	604.558
2022	21.890	1.109.687	1.131.577
2023	173.503	1.209.794	1.383.297
2024	240.977	1.259.714	1.500.691

Sumber: Data Angkutan Udara Bandar Udara Internasional Sultan Syarif Kasim II tahun 2021-2025

Data operasional Bandar Udara Internasional Sultan Syarif Kasim II menunjukkan tren peningkatan jumlah penumpang dari 604.558 penumpang pada tahun 2021 menjadi 1.500.691 penumpang pada tahun 2024. Meskipun pada tahun 2025 terjadi sedikit penurunan menjadi 1.482.518 penumpang, volume tersebut masih tergolong tinggi sehingga tetap memberikan beban pelayanan yang besar pada area *check-in*. Kondisi ini menuntut tersedianya sistem pelayanan yang mampu menjaga kelancaran *passenger flow* pada jam-jam sibuk.

Secara operasional, pelayanan *check-in* masih didominasi oleh 19 konter manual dan 8 fasilitas *self check-in*. Namun, fasilitas *self check-in* yang tersedia hanya melayani pencetakan *boarding pass*, sehingga penumpang yang membawa bagasi tetap harus melakukan penyerahan bagasi di konter manual. Akibatnya, terjadi ketidakseimbangan antara tingkat kedatangan penumpang dan kapasitas pelayanan pada konter *check-in*, yang diperparah oleh lamanya proses verifikasi dokumen, penimbangan bagasi, serta keberadaan pengantar di area publik terminal. Kondisi tersebut menyebabkan antrean pada konter manual dan menghambat kelancaran *passenger flow*.

Studi terdahulu mengenai *Self Baggage Drop* (SBD) masih memiliki beberapa keterbatasan. (Choi, 2016) membandingkan efisiensi mode *one-step* dan *two-step* pada bandara berskala besar sehingga belum sepenuhnya sesuai untuk bandara berskala menengah seperti

SSK II. (Junita, 2024)menghitung kebutuhan *check-in counter* menggunakan SKEP 77/VI/2005 ,sedangkan penelitian ini menggunakan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor PR-DJPU 21 Tahun 2025 sebagai acuan perhitungan kapasitas area *check-in* yang berlaku pada saat penelitian dilaksanakan. Sementara itu, (Ariani, 2024)hanya mengkaji penerapan SBD berdasarkan persepsi penumpang tanpa analisis kuantitatif terhadap kebutuhan *counter* dan kapasitas pelayanan.

Penelitian ini mengisi kesenjangan tersebut dengan mengintegrasikan teori antrean M/M/s, PR-DJPU No. 21 Tahun 2025, proyeksi pertumbuhan penumpang, dan rencana perluasan terminal ke dalam rancangan *layout* SBD bertahap. Kebaruan penelitian ini terletak pada penggunaan metode kuantitatif dan regulasi terkini untuk merancang SBD sebagai solusi redistribusi beban pelayanan pada bandara berskala menengah, bukan sekadar berdasarkan persepsi pengguna.(Isandi et al., 2025; Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor Pr-DJPU 21 Tahun 2025 Tentang Petunjuk Dan Tata Cara Perhitungan Kapasitas Apron Dan Kapasitas Terminal Penumpang, 2025; Masnikafah et al., 2021)

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dirumuskan untuk menjawab dua permasalahan sekaligus menjadi tujuan penelitian, yaitu

1. Mengidentifikasi faktor operasional yang menyebabkan penumpukan penumpang dan terganggunya *passenger flow* pada area *check-in* keberangkatan SSK II, serta
2. Menganalisis kebutuhan optimalisasi kinerja pelayanan *check-in* melalui perancangan konsep SBD guna meningkatkan efisiensi *passenger flow*.

Penelitian menggunakan pendekatan *Research and Development* Level 1, dengan luaran berupa rancangan konsep denah peletakan mesin SBD serta rekomendasi operasional berdasarkan kondisi eksisting pelayanan *check-in*.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor operasional yang menyebabkan terjadinya penumpukan penumpang pada area *check-in* keberangkatan serta menganalisis kebutuhan penerapan konsep *Self Baggage Drop* berbasis operasional bandar udara sebagai upaya mengoptimalkan *passenger flow* di Bandar Udara Internasional Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) Level 1 yang berfokus pada penyusunan rancangan konseptual tanpa tahap implementasi maupun pengujian produk. Objek penelitian adalah pelayanan operasional pada area *check-in* keberangkatan di Bandar Udara Internasional Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru, dengan luaran berupa rancangan konsep *Self Baggage Drop* (SBD) yang disusun berdasarkan kondisi operasional eksisting.(Sugiyono, 2023)

Penelitian dilaksanakan di Bandar Udara Internasional Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru pada periode Oktober 2025 hingga Februari 2026. Data dikumpulkan melalui observasi lapangan, wawancara dengan *Division Head Terminal Inspection Services* (TIS), penyebaran kuesioner kepada penumpang keberangkatan, serta studi dokumentasi (Sugiyono, 2023). Populasi penelitian adalah penumpang keberangkatan pada jam sibuk tahun 2025 sebanyak 741 penumpang yang ditentukan berdasarkan PM Nomor 41 Tahun 2023. Jumlah sampel minimum dihitung menggunakan rumus Slovin dengan tingkat kesalahan 10% sehingga diperoleh 89 responden, sedangkan penelitian berhasil mengumpulkan data dari 103 responden yang dipilih menggunakan teknik *simple random sampling*.(Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 41 Tahun 2023 Tentang Standar Pelayanan Pengguna Jasa Bandar Udara, 2023; Sugiyono, 2023).

Instrumen penelitian meliputi pedoman observasi, pedoman wawancara, kuesioner dengan skala Likert lima tingkat, serta rancangan konseptual sistem SBD yang mencakup desain operasional, tata letak fasilitas, dan alur penggunaan sistem. Validasi rancangan

dilakukan secara konseptual melalui penilaian ahli berdasarkan aspek operasional, regulasi, dan *Level of Service* (LoS).



Gambar 1. Kerangka Alur Penelitian

Sumber: (Sugiyono, 2023)

Perancangan konsep *Self Baggage Drop* (SBD) dilakukan melalui analisis kondisi eksisting, identifikasi kebutuhan sistem, serta penyusunan alur operasional dan tata letak fasilitas dengan mempertimbangkan integrasi sistem, *passenger flow*, dan standar pelayanan. Rancangan SBD mengadopsi konsep *self-service technologies* (SSTs) melalui platform *common use self-service* (CUSS) sehingga terintegrasi dengan layanan *web check-in*, *self check-in (kiosk)*, dan *Departure Control System* (DCS) berbagai maskapai. Sistem yang dirancang meliputi komponen hardware berupa *bag drop station*, pemindai *barcode/RFID*, timbangan, sensor, dan *conveyor belt* yang terhubung dengan *Baggage Handling System* (BHS), serta komponen software untuk pengendalian proses, integrasi data, dan pemantauan operasional secara real-time. (Chaiwan et al., 2025; Gao & Liang, 2021; Kalbarczyk et al., 2023; Prof et al., 2024).

Tata letak mesin *Self Baggage Drop* (SBD) dirancang berdasarkan kondisi eksisting dan rencana perluasan terminal dengan mempertimbangkan posisi serta kapasitas *check-in counter*. Sebagai solusi jangka pendek, diterapkan pola antrean *serpentine queue* untuk mengoptimalkan distribusi antrean dan mengurangi *bottleneck*. Sementara itu, proyeksi jumlah penumpang menggunakan metode *Triple Exponential Smoothing* menjadi dasar perencanaan kebutuhan pelayanan, sehingga SBD diusulkan sebagai solusi jangka menengah untuk mengoptimalkan *passenger flow*. (Arifiana & Fajriyah, 2026; Muhammad Nur et al., 2024; Pratama, 2025; Zaman et al., 2025).

Data hasil observasi, wawancara, dan dokumentasi dianalisis secara deskriptif kualitatif, sedangkan data kuesioner dianalisis secara deskriptif kuantitatif menggunakan analisis persentase dan rata-rata skor. Seluruh hasil analisis kemudian diintegrasikan sebagai dasar penyusunan rancangan konsep *Self Baggage Drop* (SBD) untuk mengoptimalkan *passenger flow* pada area *check-in* keberangkatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil observasi menunjukkan bahwa area *check-in* keberangkatan Bandar Udara Internasional Sultan Syarif Kasim II saat ini dilayani oleh 19 *check-in counter* konvensional dan 8 mesin *self check-in* yang hanya melayani pencetakan *boarding pass* untuk penerbangan domestik. Observasi pada 1–7 Januari 2026 menunjukkan rata-rata waktu tunggu di *check-in counter* sebesar 11,41 menit, masih berada dalam kategori optimum menurut IATA *Airport*

Development Reference Manual (ADRM) Ed. 12 (10–20 menit). Namun, waktu tunggu pada *self check-in* mencapai 5,26 menit, sedikit melebihi standar 1–5 menit, sedangkan waktu pelayanan *check-in counter* sebesar 2,7 menit per penumpang telah melampaui standar 2,5 menit sesuai PM No. 30 Tahun 2021.(IATA, 2022; Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 30 Tahun 2021 Tentang Standar Pelayanan Minimal Penumpang Angkutan Udara, 2021)

Survei terhadap 103 responden memperkuat hasil observasi. Sebanyak 91,3% responden menyatakan antrean *check-in counter* sering mengalami penumpukan, 95% menilai alur menuju *counter* belum teratur, dan 65% menyatakan tidak puas terhadap pelayanan *check-in*. Di sisi lain, 95,1% responden membawa bagasi tercatat, 88,3% pernah menggunakan *self check-in*, dan 92,2% menyatakan tertarik menggunakan *Self Baggage Drop* (SBD), menunjukkan kesiapan pengguna terhadap implementasi layanan mandiri.

Analisis kebutuhan *check-in counter* dilakukan menggunakan teori antrean M/M/s, sedangkan kapasitas area *check-in* dihitung berdasarkan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor PR-DJPU 21 Tahun 2025. Hasil perhitungan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan Kebutuhan Check-in Counter dan Kapasitas Area Check-in

Simbol	Parameter	Perhitungan	Hasil
N	Penumpang waktu sibuk 2025 (PM 41/2023)	604.449	604.558
b	Penumpang transfer 2025	1.109.687	1.131.577
MT	Durasi waktu pelayanan (PM 30/2021)	1.209.794	1.383.297
T	Waktu proses <i>check-in</i> / <i>self check-in</i>	1.259.714	1.500.691
s	Jumlah <i>counter</i> eksisting	0	19 konvensional, 8 <i>self check-in</i>
λ	Laju kedatangan	$\lambda = \frac{N}{\frac{MT}{741 \text{ pax}}} = \frac{1}{90 \text{ menit}}$	8,23 pax/menit
μ	Laju pelayanan per <i>counter</i>	$\mu = \frac{1}{T} = \frac{1}{2,7 \text{ menit}}$	0,37 pax/menit
ρ	Utilitas eksisting (19 <i>counter</i>)	$\rho = \frac{\lambda}{s \cdot \mu} = \frac{8,23}{19 \times 0,37}$	1,17 ($\rho > 1$)
s^*	Kebutuhan <i>counter</i> (steady-state)	$s^* = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{8,23}{0,37}$	23 <i>counter</i>
ρ^*	Utilitas setelah penyesuaian (23 <i>counter</i>)	$\rho = \frac{8,23}{23 \times 0,37}$	0,967 ($\rho < 1$), ($\rho < 1$, valid)
K _{ck}	Kapasitas <i>check-in counter</i> /jam	$K_{ck} = \frac{19 \times (60 + 20)}{2,7}$	562,96 pax/jam
K _{cm}	Kapasitas <i>self check-in</i> /jam	$K_{cm} = \frac{8 \times (60 + 2)}{1,5}$	330,67 pax/jam
K _{tot}	Kapasitas total area <i>check-in</i>	$K_{tot} = K_{ck} + K_{cm}$	893,64 pax/jam

Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2026

Meskipun kapasitas area *check-in* menurut PR-DJPU No. 21 Tahun 2025 mencapai 893,64 penumpang/jam, kepadatan tetap terjadi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi tersebut dipengaruhi oleh tiga faktor utama, yaitu (1) waktu pelayanan yang melebihi standar, (2) defisit 4 *check-in counter* (23 kebutuhan dibandingkan 19 tersedia), dan (3) konsentrasi

kedatangan penumpang akibat jadwal *check-in* beberapa penerbangan yang saling tumpang tindih. Nilai ρ sebesar 0,967 mengindikasikan bahwa konfigurasi 23 *check-in counter* telah memenuhi kondisi *steady-state* ($\rho < 1$), sehingga kapasitas pelayanan mampu mengimbangi laju kedatangan penumpang. Dengan demikian, kepadatan tidak disebabkan oleh keterbatasan kapasitas terminal secara keseluruhan, tetapi oleh distribusi beban pelayanan yang belum seimbang.

Untuk mengetahui kebutuhan pelayanan pada masa mendatang dilakukan proyeksi menggunakan metode *Triple Exponential Smoothing* dengan parameter $\alpha = 0,2609$ dan MAPE = 6,94%, yang menunjukkan tingkat akurasi peramalan yang baik. Hasil proyeksi ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Proyeksi Penumpang Tahun 2026–2030

Tahun	Penumpang	Pertumbuhan	Peak Hour
2025	1.482.518	-	741
2026	1.630.970	6,9%	815
2027	1.738.099	6,6%	869
2028	1.845.228	6,2%	923
2029	1.952.357	5,8%	976
2030	2.059.486	5,5%	1.030

Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2026

Proyeksi tersebut menunjukkan peningkatan jumlah penumpang sekitar 6–7% per tahun, sehingga kebutuhan pelayanan *check-in* akan terus meningkat. Berdasarkan penelitian Choi (2016), satu mesin SBD memiliki kapasitas setara dengan dua *check-in counter* konvensional karena mampu mereduksi waktu pelayanan hingga sekitar 50%. Perhitungan kebutuhan mesin SBD ditunjukkan pada Tabel 3.

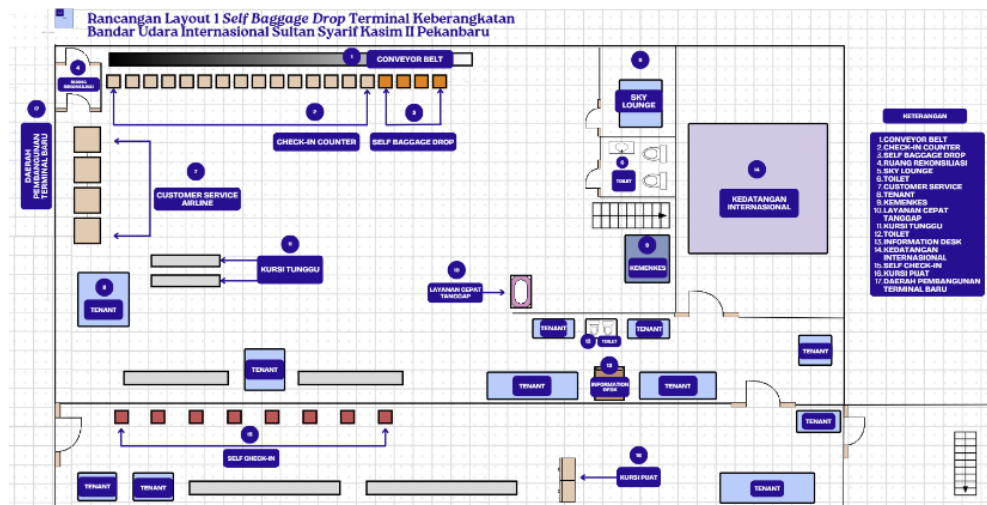
Tabel 3. Perhitungan Kebutuhan Self Baggage Drop

Simbol	Parameter	Perhitungan	Hasil
T ¹	Waktu proses SBD (reduksi 50% dari <i>counter</i> manual)	$\frac{2,7 \text{ menit}}{2}$	1,35 menit
—	Selisih <i>counter</i> eksisting 2025	23 <i>counter</i> – 19 <i>counter</i>	4 <i>counter</i>
—	Konfigurasi Layout 1	4 <i>counter</i> eksisting → 4 SBD	setara 8 <i>counter</i> (≥ 23)
λ	Laju kedatangan 2030	$\lambda = \frac{N}{MT} = \frac{1.030}{90}$	11,44 pax/menit
μ	Laju pelayanan per <i>counter</i> (standar PM 30/2021)	$\mu = \frac{1}{2,5}$	0,40 pax/menit
s*	Kebutuhan <i>counter</i> 2030	$s^* = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{11,44}{0,40}$	29 <i>counter</i>
—	Konfigurasi Layout 2	19 eksisting + 5 domestik (2 konvensional + 3 SBD × 2) + 5 internasional = 30 <i>counter</i>	setara 30 <i>counter</i>

Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2026

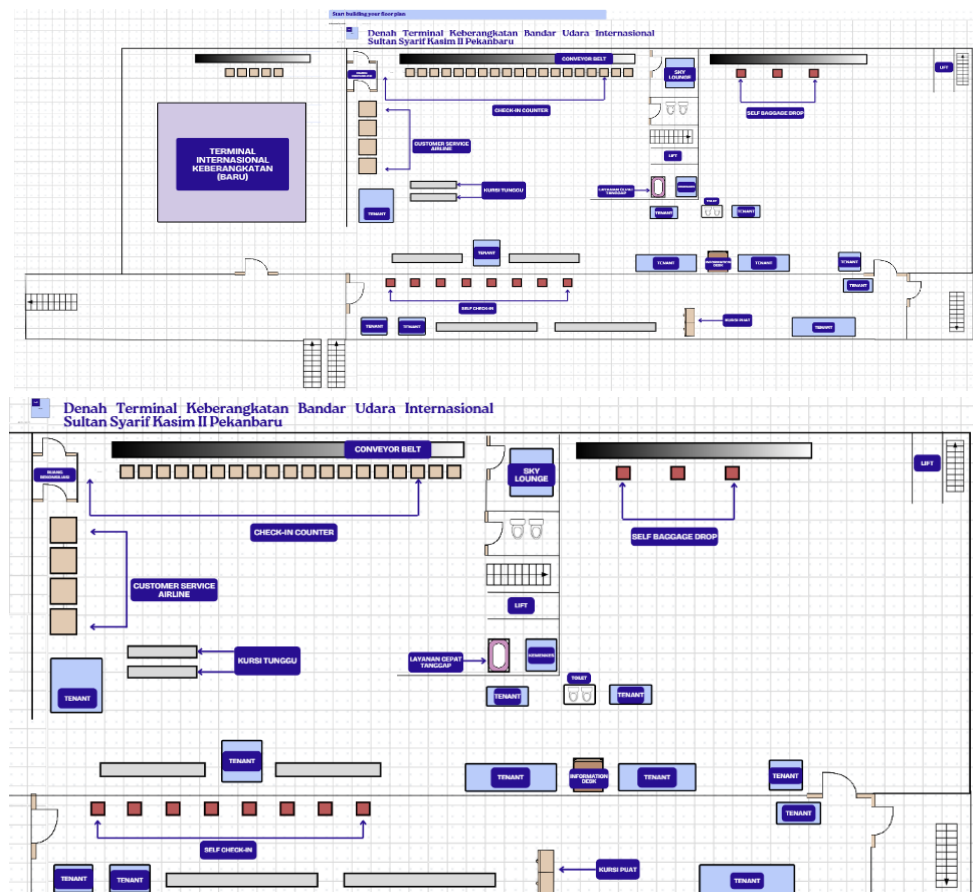
Berdasarkan hasil tersebut, penelitian mengusulkan dua skenario implementasi. **Layout 1** mengonversi empat *check-in counter* eksisting menjadi empat mesin SBD tanpa perubahan luas terminal, dengan menerapkan sistem antrean *serpentine queue* untuk mengoptimalkan ruang. **Layout 2** disusun berdasarkan rencana perluasan terminal, di mana dari 10 *counter* tambahan yang dialokasikan merata untuk domestik dan internasional, 5 slot domestik dioptimalkan menjadi 2 *counter* konvensional dan 3 mesin SBD berbasis platform *Common Use Self-Service* (CUSS); dengan kapasitas 1 mesin SBD setara 2 *counter* konvensional,

konfigurasi ini menghasilkan kapasitas pelayanan setara 30 *check-in counter* yang memenuhi kebutuhan hingga tahun 2030 sebesar 29 *counter*.



Gambar 2. Layout 1- Denah Skematik Kondisi Eksisting Area Check-in Keberangkatan Bandar Udara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru (Bersifat Konseptual)

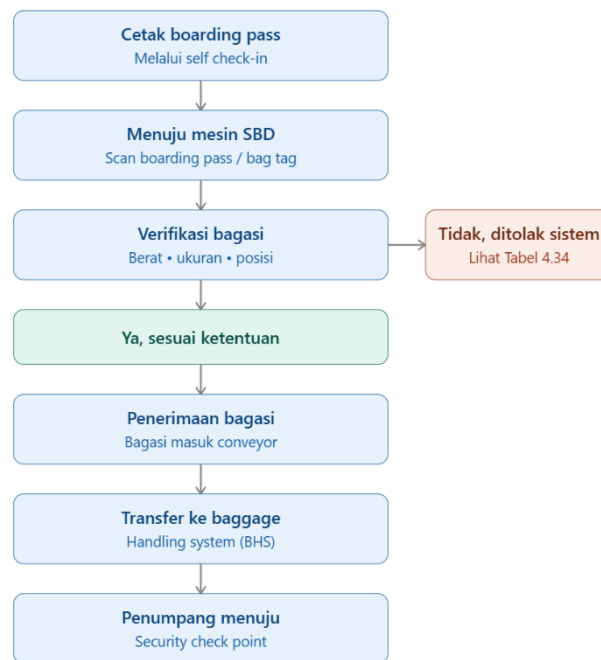
Sumber: Hasil Rancangan Penulis,2026



Gambar 3. Layout 2 - Denah Skematik Kondisi Eksisting Area Check-in Setelah Dilakukan Perluasan Terminal Keberangkatan Bandar Udara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru (Bersifat Konseptual)

Sumber: Hasil Rancangan Penulis, 2026

Konsep operasional yang diusulkan menggunakan mode 2-Step Hybrid, yaitu penumpang melakukan *web check-in* atau *self check-in* terlebih dahulu, kemudian melakukan penyerahan bagasi melalui mesin SBD. Sistem dirancang terintegrasi dengan *Departure Control System* (DCS) dan *Baggage Handling System* (BHS), dilengkapi fungsi validasi berat, dimensi, *barcode*/RFID scanner, serta mekanisme penolakan otomatis apabila bagasi tidak memenuhi persyaratan. Selain itu, penelitian menyusun rekomendasi operasional yang meliputi prosedur penggunaan, pembagian tanggung jawab regulator, operator bandara, dan maskapai, prosedur keamanan, penanganan gangguan, serta strategi sosialisasi kepada penumpang.(Choi, 2016; Gao & Liang, 2021; Lesmana et al., 2025).



Gambar 4. Alur Kerja Mesin Self Baggage Drop

Sumber: SUGIYONO

Rancangan konsep kemudian divalidasi oleh *Division Head Terminal Inspection Service* Bandar Udara Internasional Sultan Syarif Kasim II dan dosen ahli kebandarudaraan Politeknik Penerbangan Indonesia Curug. Hasil validasi menunjukkan bahwa rancangan dinilai layak diterapkan pada aspek analisis kebutuhan, perhitungan kapasitas, integrasi perangkat keras dan perangkat lunak, desain *layout*, keamanan operasional, serta efektivitas peningkatan *passenger flow*.

Penelitian ini menemukan bahwa kepadatan pada area *check-in* bukan disebabkan oleh keterbatasan kapasitas terminal secara agregat, melainkan oleh distribusi beban pelayanan yang masih terpusat pada *check-in counter* konvensional meskipun indikator *Level of Service* masih memenuhi standar. Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada pengembangan konsep SBD 2-Step Hybrid yang mengintegrasikan analisis teori antrean M/M/s, proyeksi *Triple Exponential Smoothing*, serta rencana pengembangan terminal ke dalam rancangan *layout* implementasi bertahap yang telah divalidasi oleh praktisi dan akademisi. Pendekatan ini menghasilkan rekomendasi operasional yang tidak hanya berorientasi pada penambahan fasilitas, tetapi juga pada redistribusi beban pelayanan untuk mengoptimalkan *passenger flow* di terminal keberangkatan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa penumpukan penumpang dan terganggunya *passenger flow* pada area *check-in* keberangkatan Bandar Udara Internasional Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru bersumber dari tiga faktor operasional yang saling berkaitan, yaitu waktu pelayanan *counter* konvensional yang melampaui standar (2,7 menit berbanding standar 2,5 menit sesuai PM 30/2021), defisit struktural jumlah *counter* berdasarkan perhitungan teori antrian M/M/s (kebutuhan 23 unit berbanding 19 unit tersedia), serta konsentrasi kedatangan penumpang akibat jadwal *check-in* antarpenerbangan yang tumpang tindih pada jam-jam sibuk. Temuan ini menegaskan bahwa akar permasalahan bukan terletak pada kapasitas terminal secara agregat, melainkan pada efisiensi proses dan distribusi pelayanan yang timpang antara *counter* konvensional dan fasilitas mandiri kondisi yang disebut *paradoks kapasitas*. Berdasarkan temuan tersebut, konsep *Self Baggage Drop* (SBD) berbasis sistem 2-Step Hybrid terbukti menjadi solusi yang sesuai untuk mengoptimalkan distribusi pelayanan tanpa memerlukan perluasan fisik terminal secara signifikan, dengan rekomendasi konversi 4 *counter* eksisting menjadi mesin SBD pada kondisi terminal saat ini dan penambahan 3 unit pada skenario perluasan terminal. Penelitian ini berkontribusi pada bidang rekayasa dan manajemen operasional bandar udara dengan menawarkan kerangka perancangan konsep SBD yang mengintegrasikan teori antrian, peramalan permintaan, dan perencanaan tata letak fasilitas secara bertahap, sehingga dapat menjadi rujukan bagi pengelolaan fasilitas terminal bandara berkapasitas menengah dengan karakteristik pertumbuhan penumpang serupa.

Keterbatasan

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, penelitian dilakukan hanya pada satu objek dan periode observasi tertentu, yaitu Bandar Udara Internasional Sultan Syarif Kasim II pada awal tahun 2026, sehingga temuan belum dapat digeneralisasikan pada seluruh bandara dengan karakteristik operasional berbeda. Kedua, penelitian menggunakan variabel yang terbatas pada aspek waktu pelayanan, kapasitas *counter*, dan persepsi penumpang, sementara faktor lain seperti perilaku maskapai atau kebijakan operasional turut memengaruhi kinerja pelayanan *check-in*. Ketiga, penelitian ini merupakan tahap *Research and Development Level 1* yang menghasilkan rancangan konseptual tanpa implementasi maupun uji coba lapangan, sehingga belum menangkap dinamika perubahan jangka panjang maupun efektivitas riil sistem SBD setelah diterapkan. Dengan demikian, temuan penelitian ini perlu diinterpretasikan sesuai lingkup dan batasan tersebut.

Saran

Penelitian selanjutnya disarankan memperluas cakupan objek penelitian ke bandara dengan karakteristik operasional berbeda, memperbesar jumlah sampel, memperpanjang periode observasi, serta menambahkan variabel lain seperti analisis biaya-manfaat (*cost-benefit analysis*) dan dampak implementasi SBD terhadap efisiensi personel maskapai, guna menghasilkan model penelitian yang lebih komprehensif. Pendekatan analisis yang berbeda, seperti *Structural Equation Modeling* (SEM), *System Dynamics*, kecerdasan buatan, atau pendekatan longitudinal melalui validasi lapangan R&D Level 2, juga dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai efektivitas riil penerapan SBD. Bagi pengelola bandara, disarankan merencanakan pengadaan mesin SBD berbasis platform CUSS disertai penataan ulang jalur antrian dan sosialisasi kepada penumpang, sedangkan bagi maskapai disarankan mengatur waktu pembukaan *check-in counter* secara bergiliran guna menghindari konsentrasi kedatangan penumpang.

Kontribusi Penulis

Seluruh penulis memberikan kontribusi signifikan dalam penelitian ini, meliputi konseptualisasi penelitian, pengembangan kerangka teori, pengumpulan data, analisis data, interpretasi hasil, penyusunan naskah, revisi ilmiah, serta persetujuan akhir naskah untuk publikasi. Seluruh penulis menyatakan telah membaca dan menyetujui versi akhir artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amir, E., Helmiadi, C. M. H., Pamuraharjo, H., Atmaka, E. W., & Lestary, D. (2025). *Buku Ajar Undang - Undang dan Regulasi Penerbangan Sipil (Nasional – Internasional)*.
- Ariani, D. (2024). *Potensi Penerapan Sistem Drop Bagasi Mandiri (Self Baggage Drop) bagi Penumpang di Area Check- In Counter Bandara Internasional Kualanamu Potensi Penerapan Sistem Drop Bagasi Mandiri (Self Baggage Drop) bagi Penumpang di Area Check-*.
- Arifiana, A., & Fajriyah, R. (2026). *Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat di Bandar Udara Internasional Yogyakarta dengan Triple Exponential Smoothing*. 4(1), 831–840.
- Chaiwan, C., Budd, L., & Ison, S. (2025). Journal of the Air Transport Research Society A systematic literature review of passenger non-adoption of airport self-service technologies : Issues and future recommendations. *Journal of the Air Transport Research Society*, 4(December 2024), 100065. <https://doi.org/10.1016/j.jatrs.2025.100065>
- Choi, K. L. M. J. W. (2016). *Self Bag Drop Simulation Development of Systems for Airport Baggage Handling System*. 20(2), 107–115.
- Gao, Q., & Liang, P. (2021). *Airline Baggage Appearance Transportability Detection Based on A Novel Dataset and Sequential Hierarchical Sampling CNN Model*. 41833–41843. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3065705>
- IATA. (2022). *Airport Development Refrence Manual 12th Edition.pdf*.
- ICAO. (2018). *Aerodrome Design and Operation the Convention on International Civil Aviation (ICAO) Annex 14 (Vol. 1, Number July)*. www.icao.int
- Isandi, E., Mazhar, D. A., Adrian, Y., & Ritonga, I. D. (2025). *Analisis Kinerja Sistem Pelayanan di Usaha Pencucian Sepeda Motor Jl. Belibis Labuhan Batu Berdasarkan Model Antrian M / M / S. (2)*, 81–92.
- Junita, S. (2024). *Perencanaan Sistem Self Baggage Drop dalam Memfasilitasi Pergerakan Penumpang di Bandara Mutiara Sis Al-Jufri Palu dalam Memfasilitasi Pergerakan Penumpang*.
- Kalbarczyk, I., Kwasiborska, A., & Gładys, S. (2023). *Transport The Decision Support Facilitating The Check-In Service at The Chopin Airport With The Use*.
- Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor Pr-DJPU 21 Tahun 2025 Tentang Petunjuk Dan Tata Cara Perhitungan Kapasitas Apron Dan Kapasitas Terminal Penumpang (2025).
- Keputusan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor KM 37 Tahun 2025 Tentang Penetapan Bandar Udara Internasional, 1 (2025).
- Lesmana, S. J., Lesmana, R. A., Indayatun, R., & Mofea, S. (2025). *Media of Law and Sharia Evaluating Surveillance Measures at Airports in Responding to Airline Negligence and Lost Baggage*. 6(3), 228–247.
- Masnikafah, S., Rohmaniah, S. A., & Pradana, M. S. (2021). *Analisis Sistem Antrian Pasien Rawat Jalan Menggunakan Distribusi Poisson dan Distribusi Erlang*. 7, 39–47.
- Muhammad Nur, Eis Nur Rizki, Abdul Alimul Karim, & Resy Kumala Sari. (2024). *Peramalan Jumlah Penumpang Domestik Pada Bandar Udara Sultan Syarif Kasim II Dengan Menggunakan Metode Winter's Exponential Smoothing*. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan*, 3(I), 57–66. <https://doi.org/10.55826/tmit.v3ii.302>
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 41 Tahun 2023 Tentang Standar Pelayanan Pengguna Jasa Bandar Udara (2023).

- Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 30 Tahun 2021 Tentang Standar Pelayanan Minimal Penumpang Angkutan Udara (2021).
- Pratama, M. (2025). *The Forecasting For Number Of Airplane*.
- Prof, A., Cubukcu, C., & Yaman, F. (2024). *Luggage Management System in order to Reduce Carbon Emissions and Ensure Sustainability*. 1(21), 162–169.
- Sugiyono. (2023). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. www.cvalfabeta.com
- Zaman, T. U., Gonzalez, A., Au, T., & Lu, Q. (2025). *Queue-Based Traffic Management for Collision Reduction in Scalable Swarm Foraging*.