Jurnal Multidisiplin Indonesia (JOUMI)
Volume 4 Nomor 3 September 2026
E-ISSN : 2986-7541; P-ISSN : 2986-7533, Hal. 358-375
DOI: https://doi.org/10.62007/joumi.v4i3.954
Tersedia: https://ejournal.alhafiindonesia.co.id/index.php/JOUMI

Optimalisasi Penerapan *Pushback and Start Management* di Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali

Riani[1*], Nunuk Praptiningsih[2], Rahmawati Sukra[3]
[1-3]Program Studi Lalu Lintas Udara, Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, Indonesia
Email: riani1793@gmail.com[1], rahmawati.sukra@ppicurug.ac.id[3]

**Penulis Korespondensi: riani1793@gmail.com*

Abstract. *I Gusti Ngurah Rai International Airport is one of the busiest airports in Indonesia, with high aircraft movement, particularly during peak hours. This condition may lead to ground congestion that affects the effectiveness of departure operations. One of the operational strategies implemented to address this issue is Pushback and Start Management (PSM). This study aimed to analyze the implementation of Pushback and Start Management and its effect on the effectiveness of departure operations at I Gusti Ngurah Rai International Airport. A quantitative approach was employed using a survey method through questionnaires distributed to Ground Controllers and Pilots. Data were analyzed using descriptive statistics, validity and reliability tests, normality testing, simple linear regression, t-test, F-test, and the coefficient of determination. The results showed that the implementation of Pushback and Start Management was categorized as high, with a mean score of 3.72. Simple linear regression analysis indicated that Pushback and Start Management had a positive and significant effect on the effectiveness of departure operations ($p = 0.000 < 0.05$). The coefficient of determination ($R^2 = 0.498$) indicated that Pushback and Start Management explained 49.8% of the variance in the effectiveness of departure operations. In conclusion, the implementation of Pushback and Start Management contributes significantly to improving the effectiveness of departure operations at I Gusti Ngurah Rai International Airport.*

Keywords: *Apron Management; Aviation Safety; Departure Operational Effectiveness; Ground Handling; On-Time Performance.*

Abstrak. Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali merupakan salah satu bandar udara tersibuk di Indonesia dengan tingkat pergerakan pesawat yang tinggi, terutama pada periode peak hours. Kondisi tersebut berpotensi menimbulkan ground congestion yang dapat memengaruhi efektivitas operasional keberangkatan. Salah satu upaya yang diterapkan untuk mengelola kondisi tersebut adalah Pushback and Start Management (PSM). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan Pushback and Start Management serta pengaruhnya terhadap efektivitas operasional keberangkatan di Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode survei melalui penyebaran kuesioner kepada Ground Controller dan Pilot. Analisis data dilakukan menggunakan analisis deskriptif, uji validitas, uji reliabilitas, uji normalitas, regresi linier sederhana, uji t, uji F, dan koefisien determinasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan Pushback and Start Management berada pada kategori tinggi dengan nilai rata-rata 3,72. Analisis regresi menunjukkan bahwa Pushback and Start Management berpengaruh positif dan signifikan terhadap efektivitas operasional keberangkatan dengan nilai signifikansi 0,000 (<0,05). Nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,498 menunjukkan bahwa Pushback and Start Management mampu menjelaskan 49,8% variasi efektivitas operasional keberangkatan. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa penerapan Pushback and Start Management memberikan kontribusi yang signifikan terhadap peningkatan efektivitas operasional keberangkatan di Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali.

Kata Kunci: Efektivitas Operasional Keberangkatan; *Ground Handling*; Keselamatan Penerbangan; Manajemen Apron; *On-Time Performance*.

1. LATAR BELAKANG

Industri penerbangan merupakan salah satu sektor yang paling terdampak selama pandemi COVID-19 dan juga menjadi salah satu sektor yang paling cepat pulih setelah pandemi. International Air Transport Association (IATA) mencatat bahwa pada tahun 2023, permintaan perjalanan udara global yang diukur dalam Revenue Passenger Kilometers (RPK) telah mencapai 94,1% dari tingkat sebelum pandemi yaitu tahun 2019 (Sinuraya et al., 2025)..

Naskah Masuk: 22 Juni 2026; Revisi: 24 Juli 2026; Diterima: 26 Agustus 2026; Terbit: 01 September 2026

Di Indonesia, pemulihan sektor penerbangan juga terjadi secara signifikan seiring dengan kembali normalnya pergerakan logistik dan mobilisasi masyarakat pascapandemi. Berdasarkan data publikasi Badan Pusat Statistik, jumlah penerbangan angkutan udara di bandara-bandara utama Indonesia sepanjang tahun 2023 menunjukkan peningkatan yang signifikan. IATA menjelaskan bahwa peningkatan permintaan pergerakan pesawat perlu diimbangi dengan kapasitas infrastruktur sisi udara yang memadai, karena ketidakseimbangan antara kapasitas dan permintaan dapat menimbulkan kendala operasional pada sistem runway, taxiway, dan apron (International Air Transport Association., 2022).

Salah satu tantangan operasional yang muncul akibat peningkatan trafik tersebut adalah terjadinya ground congestion. Menurut Airport CDM Implementation Manual EUROCONTROL, ground congestion didefinisikan sebagai kondisi di mana jumlah pesawat yang bergerak di area manuver darat telah melebihi kapasitas tampung aman yang tersedia, sehingga menyebabkan penumpukan pergerakan dan antrean panjang pesawat. Ground congestion dapat terjadi pada fase keberangkatan ketika beberapa pesawat melakukan pushback dan engine start secara bersamaan (EUROCONTROL., 2025).

Dampak dari ground congestion antara lain adalah peningkatan taxi-out time, average departure delay, serta potensi munculnya titik konflik (conflict points) yang dapat mengganggu keselamatan dan efisiensi operasional (Ma et al., 2022). Ada beberapa traffic yang menjadi dampak dari *ground congestion* di Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali. Pertama pada tanggal 19 Januari 2026 pesawat dengan registrasi HVN640 dengan type pesawat A321 rute WADD – VVTS mengalami keterlambatan (*delay*) pushback di karenakan penumpukan antrian Departure di *holding poin runway* (N1 Rwy 27).

Kedua pada tanggal 23 januari 2026 pesawat dengan registrasi CAL772 dengan type pesawat A333 parking stand A20 mengalami keterlambatan (*delay*) pushback selama 11 menit dikarenakan ada pesawat lain yang berada di sampingnya yaitu di parkingstand A19 juga melakukan pushback.

Ketiga pada tanggal 24 januari 2026 pesawat dengan registrasi GIA842 dengan type pesawat B738 mengalami keterlambatan (*delay*) pushback selama 26 menit dikarenakan *density traffic*. Dimana kondisinya ada 5 pesawat yang sedang melakukan pushback bersamaan dan 2 pesawat arrival mengantri di taxiway untuk menuju *apron gate*.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, salah satu pendekatan yang dikembangkan dalam operasional bandar udara adalah *Airport Collaborative Decision Making* (A-CDM). A-CDM merupakan konsep kolaborasi antar pemangku kepentingan bandar udara dalam berbagi informasi operasional untuk meningkatkan efisiensi dan prediktabilitas keberangkatan. Salah

satu elemen penting dalam implementasi A-CDM adalah *Pushback and Start Management* (PSM), yaitu pengaturan waktu pemberian izin *pushback* dan *engine start* agar pergerakan pesawat menuju *taxiway* berlangsung secara lebih teratur dan sesuai kapasitas operasional. Oleh karena itu, penelitian ini memfokuskan kajian pada penerapan *Pushback and Start Management* sebagai salah satu upaya mendukung kelancaran *departure sequencing* di Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali (EUROCONTROL., 2025).

Secara khusus, Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali merupakan salah satu gerbang udara internasional yang strategis dan salah satu yang tersibuk di Indonesia. Berdasarkan data resmi Badan Pusat Statistik Provinsi Bali, total lalu lintas penerbangan komersial di bandara ini sepanjang tahun 2023 tercatat sangat padat, dengan rincian pergerakan mencapai 71.661 unit pesawat yang tiba dan 71.651 unit pesawat yang berangkat (Badan Pusat Statistik Provinsi Bali, 2024). Berdasarkan *Aeronautical Information Publication* (AIP) WADD, Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai mengoperasikan satu *runway* dan belum memiliki *dedicated rapid exit taxiway*. Menurut ICAO, *rapid exit taxiway* dirancang untuk memungkinkan pesawat keluar dari *runway* pada kecepatan yang lebih tinggi sehingga dapat meminimalkan *runway occupancy time* dan mendukung peningkatan kapasitas operasional bandar udara. Oleh karena itu, dengan konfigurasi sisi udara yang ada, pengaturan pergerakan pesawat di Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai menjadi semakin penting, terutama pada periode *peak hours* (ICAO, 2022).



Gambar 1. *Layout* Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali.



Gambar 2. Beberapa *Traffic* yang sedang mengantri di taxiway untuk menunggu keberangkatan.

Berdasarkan hasil penelusuran literatur yang dilakukan penulis melalui Google Scholar, Garuda, dan berbagai publikasi ilmiah, penelitian mengenai penerapan serta optimalisasi *Pushback and Start Management* (PSM) yang secara khusus dilakukan di Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali masih sangat terbatas (Ramadhan et al., 2026; Qur'ani et al., 2025). Publikasi yang tersedia umumnya membahas aspek lain dari operasional bandar udara, seperti optimalisasi *parking stand*, *Apron Movement Control* (AMC), maupun faktor-faktor penyebab *airfield delay*, sehingga masih terdapat peluang penelitian mengenai optimalisasi PSM dalam mendukung *departure sequencing* di Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali (Utami, 2025; Arkaan et al., 2025). Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk mengkaji efektivitas penerapan PSM dalam mengatasi keterbatasan layout dan mengoptimalkan departure sequencing di Ngurah Rai (Yesicatama & Widagdo, 2025)(Frisnawati et al., 2025).

Berdasarkan seluruh uraian di atas, maka penelitian dengan judul "Optimalisasi Penerapan Pushback and Start Management di Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali" menjadi penting untuk dilakukan.

2. KAJIAN TEORITIS

Bandar Udara

Bandar udara merupakan infrastruktur utama dalam sistem transportasi udara yang berfungsi sebagai pusat kegiatan operasional penerbangan serta penghubung antara transportasi udara dengan moda transportasi lainnya. Penelitian mengenai operasi bandar udara menunjukkan bahwa pengelolaan bandar udara modern menuntut integrasi antara infrastruktur,

teknologi, dan proses operasional agar kapasitas bandar udara dapat dimanfaatkan secara optimal (Ng et al., 2018; El Zein et al., 2025).

Air Traffic Management (ATM)

Air Traffic Management (ATM) merupakan suatu sistem pengelolaan lalu lintas udara yang bertujuan untuk menjamin keselamatan, keteraturan, dan efisiensi operasi penerbangan melalui pengelolaan ruang udara dan pergerakan pesawat secara terpadu. Menurut ICAO, Air Traffic Management adalah pengelolaan lalu lintas udara dan ruang udara yang bersifat dinamis dan terintegrasi melalui penyediaan fasilitas serta layanan yang dilakukan secara kolaboratif oleh seluruh pemangku kepentingan. Secara umum, ATM terdiri atas tiga komponen utama, yaitu Air Traffic Services (ATS)**,** Airspace Management (ASM)**,** dan Air Traffic Flow Management (ATFM)**.** ATS berperan dalam memberikan pelayanan langsung kepada pesawat melalui Air Traffic Control (ATC), Flight Information Service (FIS), dan Alerting Service (ALRS) (Chen et al., 2024).

Air Traffic Control (ATC)

Air Traffic Control (ATC) merupakan bagian dari Air Traffic Services (ATS) yang memiliki tanggung jawab utama dalam menjaga keselamatan, keteraturan, dan kelancaran lalu lintas udara melalui pemberian pelayanan pengendalian terhadap pergerakan pesawat udara di darat maupun di udara. Dalam sistem penerbangan, ATC berperan sebagai penghubung utama antara pilot dan penyelenggara pelayanan navigasi penerbangan untuk memastikan setiap penerbangan dapat beroperasi secara aman, efisien, dan sesuai dengan prosedur yang berlaku (Liu et al., 2023).

Ground Controller

Ground Controller merupakan personel Air Traffic Control (ATC) yang bertanggung jawab mengendalikan seluruh pergerakan pesawat udara dan kendaraan di movement area bandar udara, khususnya pada taxiway dan area pergerakan lainnya selain runway yang sedang digunakan untuk lepas landas dan pendaratan. Dalam operasi keberangkatan, Ground Controller berperan memberikan izin pushback**,** engine start (sesuai prosedur bandar udara), taxi clearance, serta mengatur rute pergerakan pesawat menuju titik tunggu (*holding point*) runway. Tanggung jawab tersebut bertujuan untuk menjaga kelancaran arus lalu lintas di sisi udara sekaligus mencegah terjadinya konflik antarpergerakan pesawat selama proses *ground movement* (Xia & Huang, 2022).

Pushback

Pushback merupakan tahapan awal dalam proses keberangkatan pesawat yang dilakukan untuk memindahkan pesawat dari parking stand menuju posisi yang memungkinkan pesawat melakukan taxi secara mandiri menuju runway. Pada bandar udara yang memiliki tingkat pergerakan tinggi, proses pushback tidak hanya berfungsi sebagai aktivitas pemindahan pesawat, tetapi juga menjadi bagian penting dalam airport surface movement management karena menentukan jumlah pesawat yang berada di taxiway pada waktu tertentu.

Pushback and Start Management

Pushback and Start Management merupakan strategi pengelolaan operasi keberangkatan pesawat yang bertujuan mengoptimalkan waktu pemberian izin pushback dan engine start berdasarkan kondisi lalu lintas di area permukaan bandar udara (airport surface). Strategi ini diterapkan untuk mengendalikan jumlah pesawat yang memasuki taxiway, sehingga kepadatan lalu lintas di area pergerakan dapat dikurangi tanpa mengurangi kapasitas keberangkatan (Ma et al., 2022).

Airport Collaborative Decision Making (A-CDM)

Airport Collaborative Decision Making (A-CDM) merupakan konsep kolaboratif dalam pengelolaan operasi bandar udara yang bertujuan meningkatkan efisiensi, prediktabilitas, dan ketepatan waktu operasi melalui pertukaran informasi secara real-time antar seluruh pemangku kepentingan, seperti Air Traffic Control (ATC), operator bandar udara, maskapai penerbangan, dan ground handling. Zuniga & Herrero (2024) menjelaskan bahwa A-CDM berperan penting dalam meningkatkan operational predictability, khususnya pada fase *start-up* dan *departure*, melalui pemanfaatan data operasional yang terintegrasi.

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan untuk mendalami topik ini adalah Metode Kuantitatif. Metode ini memungkinkan peneliti untuk mengukur dan menganalisis variabel-variabel penelitian secara objektif dan terukur. Alat pengumpul data yang digunakan oleh peneliti dalam penelitian kuantitatif berasal dari jabaran variabel penelitian yang dibuat dari teori yang akan diuji. Populasi adalah seluruh personel yang terlibat secara langsung dalam pelaksanaan *Pushback and Start Management* di Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali. Dalam penelitian ini, populasi terdiri atas Ground Controller dan Pilot yang melaksanakan proses *pushback* dan *engine start*. Sampel dalam penelitian ini terdiri atas 30 responden, yang meliputi Ground Controller dan Pilot yang terlibat dalam pelaksanaan *Pushback and Start Management* di Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali. Teknik analisis data yang digunakan

diantaranya uji validitas, uji reliabilitas, uji normalitas, analisis regresi linier sederhana, dan uji hipotesis yang meliputi uji parisal (uji t), uji simultan (uji f), dan koefisien determinasi (R^2).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Validitas

Tabel 1. Hasil Uji Validitas Variabel X (Tahap Pertama).

Kode	Pernyataan	r hitung	r tabel	Ket.
X1	Koordinasi antara Ground Controller dan pilot selama proses pushback berjalan dengan baik	0,660	0,361	Valid
X2	Komunikasi radio antara pilot dan Ground Controller berlangsung efektif tanpa pengulangan berlebihan	0,515	0,361	Valid
X3	Koordinasi antar unit operasional mendukung kelancaran proses keberangkatan	0,519	0,361	Valid
X4	Informasi mengenai kondisi apron dan taxiway disampaikan secara memadai kepada pilot	0,515	0,361	Valid
X5	Serah terima komunikasi (handover) dari Ground Controller ke Tower berlangsung tanpa hambatan	0,553	0,361	Valid
X6	Informasi yang diberikan Ground Controller mudah dipahami oleh pilot	0,472	0,361	Valid
X7	Instruksi pushback diberikan secara jelas dan tidak menimbulkan ambiguitas	-0,033	0,361	Tidak Valid
X8	Instruksi pushback disampaikan menggunakan fraseologi standar yang berlaku	0,160	0,361	Tidak Valid
X9	Arah dan posisi akhir pushback disampaikan secara spesifik oleh Ground Controller	0,319	0,361	Tidak Valid
X10	Pembacaan ulang (readback) instruksi oleh pilot dikonfirmasi kembali oleh Ground Controller	0,695	0,361	Valid
X11	Pemberian izin pushback telah mempertimbangkan kondisi lalu lintas di taxiway	0,627	0,361	Valid
X12	Engine start diberikan pada waktu yang tepat sesuai kondisi operasional	0,689	0,361	Valid
X13	Ground Controller memberikan keputusan pushback secara tepat sesuai kondisi lalu lintas udara	0,581	0,361	Valid
X14	Ground Controller mengatur waktu pushback dengan mempertimbangkan pergerakan pesawat lain	0,510	0,361	Valid
X15	Permintaan pushback yang tertunda disertai perkiraan waktu tunggu yang informatif	0,608	0,361	Valid
X16	Pushback dilakukan sesuai prosedur operasional yang berlaku	0,615	0,361	Valid
X17	Pilot mematuhi seluruh instruksi pushback yang diberikan Ground Controller	0,714	0,361	Valid
X18	Prosedur Pushback and Start Management saat ini sudah berjalan secara optimal	0,579	0,361	Valid
X19	Pelaksanaan Pushback and Start Management konsisten pada setiap periode operasional	0,607	0,361	Valid
X20	Personel memahami pembagian tugas dan tanggung jawab dalam proses pushback dan engine start	0,617	0,361	Valid

Sumber: Hasil pengolahan data dengan SPSS versi 26, 2026

Berdasarkan Tabel 1., sebanyak 17 dari 20 butir pernyataan variabel X memiliki nilai r hitung lebih besar daripada 0,361 sehingga dinyatakan valid. Tiga butir dinyatakan tidak valid, yaitu X7 dengan nilai r hitung sebesar −0,033, X8 sebesar 0,160, dan X9 sebesar 0,319. Ketiga

butir tersebut seluruhnya berasal dari indikator kejelasan instruksi. Nilai korelasi yang rendah bahkan negatif pada butir X7 menunjukkan bahwa butir tersebut tidak searah dengan konstruk yang diukur oleh butir-butir lainnya.

Tabel 2. Hasil Uji Validitas Variabel X (Tahap Kedua).

Kode	Pernyataan	r hitung	r tabel	Ket.
X1	Koordinasi antara Ground Controller dan pilot selama proses pushback berjalan dengan baik	0,676	0,361	Valid
X2	Komunikasi radio antara pilot dan Ground Controller berlangsung efektif tanpa pengulangan berlebihan	0,513	0,361	Valid
X3	Koordinasi antar unit operasional mendukung kelancaran proses keberangkatan	0,514	0,361	Valid
X4	Informasi mengenai kondisi apron dan taxiway disampaikan secara memadai kepada pilot	0,546	0,361	Valid
X5	Serah terima komunikasi (handover) dari Ground Controller ke Tower berlangsung tanpa hambatan	0,560	0,361	Valid
X6	Informasi yang diberikan Ground Controller mudah dipahami oleh pilot	0,467	0,361	Valid
X10	Pembacaan ulang (readback) instruksi oleh pilot dikonfirmasi kembali oleh Ground Controller	0,671	0,361	Valid
X11	Pemberian izin pushback telah mempertimbangkan kondisi lalu lintas di taxiway	0,591	0,361	Valid
X12	Engine start diberikan pada waktu yang tepat sesuai kondisi operasional	0,704	0,361	Valid
X13	Ground Controller memberikan keputusan pushback secara tepat sesuai kondisi lalu lintas udara	0,588	0,361	Valid
X14	Ground Controller mengatur waktu pushback dengan mempertimbangkan pergerakan pesawat lain	0,534	0,361	Valid
X15	Permintaan pushback yang tertunda disertai perkiraan waktu tunggu yang informatif	0,599	0,361	Valid
X16	Pushback dilakukan sesuai prosedur operasional yang berlaku	0,604	0,361	Valid
X17	Pilot mematuhi seluruh instruksi pushback yang diberikan Ground Controller	0,724	0,361	Valid
X18	Prosedur Pushback and Start Management saat ini sudah berjalan secara optimal	0,596	0,361	Valid
X19	Pelaksanaan Pushback and Start Management konsisten pada setiap periode operasional	0,638	0,361	Valid
X20	Personel memahami pembagian tugas dan tanggung jawab dalam proses pushback dan engine start	0,627	0,361	Valid

Sumber: Hasil pengolahan data dengan SPSS versi 26, 2026

Tabel 2. menunjukkan bahwa seluruh 17 butir pernyataan yang tersisa memiliki nilai r hitung lebih besar daripada 0,361, dengan rentang nilai antara 0,467 sampai dengan 0,724. Dengan demikian keseluruhan butir pada tahap kedua dinyatakan valid dan layak digunakan sebagai alat ukur variabel Penerapan Pushback and Start Management.

Tabel 3. Hasil Uji Validitas Variabel Y.

Kode	Pernyataan	r hitung	r tabel	Ket.
Y1	Waktu pelaksanaan pushback sesuai dengan waktu yang direncanakan atau diminta	0,749	0,361	Valid
Y2	Pesawat jarang mengalami penundaan izin pushback setelah menyatakan siap	0,649	0,361	Valid
Y3	Urutan keberangkatan pesawat berlangsung teratur dan dapat diprediksi	0,695	0,361	Valid
Y4	Ketepatan waktu keberangkatan pesawat (on-time departure) dapat tercapai dengan baik	0,707	0,361	Valid
Y5	Waktu tunggu pesawat sebelum memulai taxi berada dalam batas yang wajar	0,700	0,361	Valid
Y6	Waktu taxi dari parking stand menuju runway relatif konsisten setiap keberangkatan	0,598	0,361	Valid
Y7	Pesawat jarang mengalami penahanan (holding) di taxiway saat menuju runway	0,629	0,361	Valid
Y8	Durasi antara engine start hingga pesawat mulai taxi tidak berlangsung terlalu lama	0,754	0,361	Valid
Y9	Antrean pesawat di apron dapat diminimalkan pada periode keberangkatan padat	0,683	0,361	Valid
Y10	Penggunaan taxiway berlangsung efisien tanpa hambatan pergerakan yang berarti	0,661	0,361	Valid
Y11	Departure sequence berjalan lancar sesuai urutan yang telah ditetapkan	0,784	0,361	Valid
Y12	Konsumsi bahan bakar akibat waktu tunggu dengan mesin menyala dapat ditekan	0,502	0,361	Valid

Sumber: Hasil pengolahan data dengan SPSS versi 26, 2026

Berdasarkan Tabel 3., seluruh 12 butir pernyataan variabel Y memiliki nilai r hitung lebih besar daripada r tabel sebesar 0,361, dengan rentang nilai antara 0,502 sampai dengan 0,784. Nilai korelasi tertinggi terdapat pada butir Y11 mengenai kelancaran departure sequence sebesar 0,784, sedangkan nilai terendah terdapat pada butir Y12 mengenai konsumsi bahan bakar sebesar 0,502. Dengan demikian seluruh butir variabel Y dinyatakan valid tanpa perlu dilakukan pengguguran butir.

Uji Reliabilitas

Tabel 4. Hasil Uji Reliabilitas.

No	Variabel	Cronbach's Alpha	Jumlah Item	Keterangan
1	Penerapan Pushback and Start Management (X)	0,888	17	Reliabel
2	Kepastian Waktu Pushback, Waktu Tunggu, dan Efisiensi Operasional (Y)	0,889	12	Reliabel

Sumber: Hasil pengolahan data dengan SPSS versi 26, 2026

Tabel 4. menunjukkan bahwa variabel X memperoleh nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,888 dan variabel Y sebesar 0,889. Kedua nilai tersebut jauh melampaui batas minimum 0,60 sehingga kedua instrumen dinyatakan reliabel. Menurut kategorisasi yang umum digunakan, nilai Alpha pada rentang 0,80 sampai 0,90 tergolong reliabilitas yang baik (good reliability), yang berarti butir-butir pernyataan dalam setiap variabel memiliki keterkaitan yang kuat dan konsisten dalam mengukur konstruk yang sama.

Perlu dicatat bahwa sebelum pengguguran tiga butir tidak valid, nilai Cronbach's Alpha variabel X adalah sebesar 0,872. Setelah butir X7, X8, dan X9 dikeluarkan, nilai Alpha meningkat menjadi 0,888. Peningkatan ini menegaskan bahwa ketiga butir tersebut memang menurunkan konsistensi internal instrumen, sehingga keputusan untuk menggugurkannya dapat dipertanggungjawabkan secara statistik.

Uji Normalitas

Tabel 5. Hasil Uji Normalitas.

Data	Kolmogorov-Smirnov Statistic	Sig.	Shapiro-Wilk Statistic	Sig.	Ket.
Total Variabel X	0,074	0,949	0,976	0,709	Normal
Total Variabel Y	0,112	0,427	0,970	0,532	Normal
Residual Regresi	0,130	0,212	0,963	0,366	Normal

Sumber: Hasil pengolahan data dengan SPSS versi 26, 2026. Catatan: df = 30 untuk seluruh pengujian.

Berdasarkan Tabel 5, uji Kolmogorov-Smirnov menghasilkan nilai signifikansi sebesar 0,949 untuk variabel X, 0,427 untuk variabel Y, dan 0,212 untuk residual regresi. Uji Shapiro-Wilk menghasilkan nilai signifikansi sebesar 0,709 untuk variabel X, 0,532 untuk variabel Y, dan 0,366 untuk residual regresi. Seluruh nilai signifikansi tersebut lebih besar daripada 0,05, sehingga hipotesis nol yang menyatakan bahwa data berdistribusi normal tidak dapat ditolak.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa data penelitian memenuhi asumsi normalitas. Kesesuaian hasil antara kedua metode pengujian memperkuat kesimpulan tersebut. Karena asumsi normalitas terpenuhi, pengujian hipotesis pada penelitian ini dapat dilanjutkan menggunakan metode statistik parametrik, yaitu analisis regresi linier sederhana.

Analisis Regresi Linier Sederhana

Tabel 6. Hasil Analisis Regresi Linier Sederhana.

Model	B	Std. Error	t	Sig.
(Constant)	10,339	5,939	1,741	0,093
Penerapan PSM (X)	0,538	0,102	5,268	0,000

Sumber: Hasil pengolahan data dengan SPSS versi 26, 2026. Variabel terikat: Total Y

Berdasarkan Tabel 6, diperoleh persamaan regresi sebagai berikut:

$$Y = 10{,}339 + 0{,}538X$$

Persamaan tersebut dapat diinterpretasikan sebagai berikut. Nilai konstanta sebesar 10,339 menunjukkan bahwa apabila variabel Penerapan Pushback and Start Management bernilai nol, maka kepastian waktu pushback, waktu tunggu, dan efisiensi operasional penerbangan diperkirakan sebesar 10,339 satuan. Nilai koefisien regresi sebesar 0,538 bertanda positif, yang berarti setiap peningkatan satu satuan skor Penerapan Pushback and Start Management akan meningkatkan kepastian waktu pushback, waktu tunggu, dan efisiensi operasional penerbangan sebesar 0,538 satuan, dengan asumsi variabel lain dianggap tetap. Tanda positif pada koefisien menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel bersifat searah, yaitu semakin baik penerapan Pushback and Start Management maka semakin baik pula kepastian waktu dan efisiensi operasional penerbangan.

Uji t (Uji Parsial)

Tabel 7. Hasil Uji t.

Variabel	t hitung	t tabel	Sig.	Keterangan
Penerapan PSM (X)	5,268	2,048	0,000	H0 ditolak

Sumber: Hasil pengolahan data dengan SPSS versi 26, 2026

Tabel 7. menunjukkan bahwa nilai t hitung sebesar 5,268 lebih besar daripada t tabel sebesar 2,048. Nilai signifikansi sebesar 0,000 lebih kecil daripada 0,05. Berdasarkan kedua kriteria tersebut, H0 ditolak dan H1 diterima. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa Penerapan Pushback and Start Management berpengaruh positif dan signifikan terhadap kepastian waktu pushback, waktu tunggu (taxi time), dan efisiensi operasional penerbangan di Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali.

Uji F (Uji Kelayakan Model)

Tabel 8. Hasil Uji F (ANOVA).

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	1059,338	1	1059,338	27,748	0,000
Residual	1068,962	28	38,177		
Total	**2128,300**	**29**			

Sumber: Hasil pengolahan data dengan SPSS versi 26, 2026

Berdasarkan Tabel 8, diperoleh nilai F hitung sebesar 27,748 yang lebih besar daripada F tabel sebesar 4,196, dengan nilai signifikansi sebesar 0,000 yang lebih kecil daripada 0,05. Hasil ini menunjukkan bahwa model regresi yang digunakan dalam penelitian ini layak dan dapat digunakan untuk memprediksi pengaruh Penerapan Pushback and Start Management terhadap kepastian waktu pushback, waktu tunggu, dan efisiensi operasional penerbangan.

Koefisien Korelasi dan Koefisien Determinasi

Tabel 9. Koefisien Korelasi dan Determinasi.

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0,706	0,498	0,480	6,179

Sumber: Hasil pengolahan data dengan SPSS versi 26, 2026. Prediktor: Total X

Tabel 9 menunjukkan nilai koefisien korelasi (R) sebesar 0,706. Berdasarkan pedoman interpretasi koefisien korelasi menurut Sugiyono, nilai pada rentang 0,60 sampai 0,799 termasuk kategori kuat. Dengan demikian terdapat hubungan yang kuat dan searah antara Penerapan Pushback and Start Management dengan kepastian waktu pushback, waktu tunggu, dan efisiensi operasional penerbangan.

Nilai koefisien determinasi (R Square) sebesar 0,498 menunjukkan bahwa 49,8 persen variasi kepastian waktu pushback, waktu tunggu, dan efisiensi operasional penerbangan dapat dijelaskan oleh Penerapan Pushback and Start Management. Sisanya sebesar 50,2 persen dijelaskan oleh faktor lain yang tidak diteliti dalam penelitian ini, seperti kondisi cuaca, keterbatasan kapasitas layout apron dan taxiway, kepadatan lalu lintas udara pada periode peak hours, kesiapan ground handling, serta ketersediaan slot keberangkatan.

Tabel 10. Rangkuman Hasil Pengujian Hipotesis.

No	Pengujian	Hasil	Keputusan
1	Uji t (t hitung > t tabel)	5,268 > 2,048	H1 diterima
2	Nilai signifikansi (Sig. < 0,05)	0,000 < 0,05	H1 diterima
3	Uji F (F hitung > F tabel)	27,748 > 4,196	Model layak
4	Koefisien determinasi	R^2 = 0,498	Kontribusi 49,8%

Sumber: Hasil pengolahan data dengan SPSS versi 26, 2026

Pembahasan

Pengaruh Keterbatasan Layout Apron Taxiway terhadap Kelancaran Departure Sequencing

Hasil analisis deskriptif menunjukkan bahwa penerapan *Pushback and Start Management* (PSM) di Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali memperoleh nilai rata-rata sebesar 3,72 dan termasuk dalam kategori tinggi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa secara umum responden menilai pelaksanaan PSM telah berjalan dengan baik, terutama pada aspek koordinasi antara *Ground Controller* dan pilot, komunikasi operasional, pemberian izin *pushback,* serta pengaturan waktu *engine start*. Temuan ini mengindikasikan bahwa prosedur PSM telah diterapkan sebagai salah satu mekanisme pengelolaan pergerakan pesawat di area sisi udara (*airside*) untuk mendukung kelancaran operasional keberangkatan pesawat.

Nilai rata-rata tertinggi diperoleh pada butir mengenai kejelasan instruksi *pushback*, penyampaian arah dan posisi akhir *pushback*, serta penggunaan fraseologi standar. Meskipun ketiga butir tersebut kemudian dieliminasi pada uji validitas karena tidak mampu membedakan persepsi responden, temuan ini tetap menunjukkan bahwa aspek komunikasi prosedural telah diterapkan secara konsisten sesuai standar operasional. Hal tersebut dapat dipahami karena penggunaan fraseologi standar dan prosedur komunikasi dalam pelayanan lalu lintas udara merupakan ketentuan yang telah diatur secara internasional sehingga cenderung menghasilkan jawaban yang homogen dari responden.

Sebaliknya, aspek dengan nilai rata-rata terendah terdapat pada kepatuhan pilot terhadap instruksi *pushback* serta kelancaran proses *handover* komunikasi antara *Ground Controller* dan *Tower Controller*. Walaupun masih berada pada kategori sedang hingga tinggi, hasil ini menunjukkan bahwa keberhasilan penerapan PSM tidak hanya ditentukan oleh tersedianya prosedur, tetapi juga oleh konsistensi pelaksanaan koordinasi antarunit operasional. Dalam kondisi lalu lintas penerbangan yang padat, keterlambatan komunikasi maupun ketidaktepatan pelaksanaan instruksi dapat memengaruhi kelancaran *departure sequence* dan meningkatkan waktu tunggu pesawat di *taxiway*.

Temuan penelitian ini sejalan dengan konsep Airport Collaborative Decision Making (A-CDM) yang dikembangkan oleh EUROCONTROL. (2025), di mana *Pushback and Start Management* merupakan salah satu elemen utama untuk mengoptimalkan urutan keberangkatan melalui koordinasi antar pemangku kepentingan bandar udara. Dalam konsep tersebut, pemberian izin *pushback* dilakukan dengan mempertimbangkan kapasitas *taxiway*, kondisi *runway*, dan kesiapan operasional sehingga jumlah pesawat yang bergerak di area manuver tetap berada dalam kapasitas yang dapat dikelola. Pendekatan tersebut bertujuan meningkatkan prediktabilitas keberangkatan, mengurangi kepadatan di *taxiway*, dan meningkatkan efisiensi operasional bandar udara.

Hasil penelitian ini juga konsisten dengan penelitian Ma et al. (2022) yang menunjukkan bahwa strategi departure controlled pushback mampu menurunkan rata-rata *taxi-out time* sekitar 3,7 menit melalui penerapan *gate holding strategy*, yaitu menahan pesawat di *parking stand* hingga kondisi *taxiway* siap menerima tambahan pergerakan. Temuan tersebut menunjukkan bahwa pengaturan *pushback* sejak awal lebih efektif dibandingkan membiarkan pesawat menunggu di *taxiway*, karena mampu mengurangi kepadatan permukaan bandar udara (*surface congestion*) sekaligus meningkatkan efisiensi penggunaan kapasitas bandar udara.

Temuan penelitian ini juga didukung oleh penelitian Desai et al. (2022) mengenai *dynamic departure pushback control*. Penelitian tersebut menjelaskan bahwa pengaturan waktu *pushback* secara dinamis berdasarkan kondisi lalu lintas penerbangan mampu mengurangi *taxi-out delay*, konsumsi bahan bakar, serta emisi, tanpa mengurangi kapasitas keberangkatan bandar udara. Hal ini menunjukkan bahwa pengendalian *pushback* bukan hanya berfungsi menjaga keteraturan pergerakan pesawat, tetapi juga memberikan manfaat terhadap efisiensi operasional dan keberlanjutan lingkungan bandar udara.

Selain itu, hasil penelitian ini juga didukung oleh penelitian Reynold et al. (2023) mengenai kolaborasi interfungsional pada Airport Operation Control Center (AOCC) Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa koordinasi dan komunikasi antarunit operasional berpengaruh positif terhadap kualitas pelayanan operasional bandar udara. Kolaborasi yang baik antara Air Traffic Control, operator bandar udara, *ground handling*, dan pemangku kepentingan lainnya mampu meningkatkan efektivitas operasional melalui pertukaran informasi yang lebih cepat dan pengambilan keputusan yang lebih terintegrasi. Temuan tersebut selaras dengan hasil penelitian ini, di mana aspek koordinasi antara *Ground Controller* dan pilot memperoleh penilaian yang tinggi, sedangkan aspek kepatuhan pelaksanaan instruksi *pushback* dan proses *handover* komunikasi masih menjadi aspek yang perlu ditingkatkan agar penerapan *Pushback and Start Management* dapat berjalan lebih optimal.

Karakteristik Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali yang mengoperasikan satu *runway* dan satu *parallel taxiway* menyebabkan kapasitas pergerakan pesawat sangat dipengaruhi oleh efektivitas pengaturan *pushback*. Pada periode *peak hours*, keputusan pemberian izin *pushback* harus mempertimbangkan kondisi lalu lintas secara menyeluruh agar tidak terjadi akumulasi antrean di *taxiway*. Oleh karena itu, koordinasi yang baik antara *Ground Controller*, *Tower Controller*, pilot, dan unit operasional lainnya menjadi faktor penting dalam menjaga kelancaran *departure sequence*. Dengan demikian, hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa penerapan PSM di Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali telah berjalan dengan baik, namun masih diperlukan peningkatan pada aspek kepatuhan terhadap instruksi *pushback* dan konsistensi koordinasi antarunit operasional agar efektivitas operasional keberangkatan dapat terus ditingkatkan.

Pengaruh Penerapan Pushback and Start Management terhadap Efektivitas Operasional Keberangkatan

Berdasarkan hasil analisis regresi linier sederhana, diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,000 ($p < 0,05$) dengan nilai t hitung yang lebih besar dibandingkan t tabel, sehingga hipotesis alternatif (H_1) diterima. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan *Pushback and Start Management* (PSM) berpengaruh positif dan signifikan terhadap efektivitas operasional keberangkatan di Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali. Selain itu, nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,498 menunjukkan bahwa penerapan PSM mampu menjelaskan 49,8% variasi efektivitas operasional keberangkatan, sedangkan 50,2% sisanya dipengaruhi oleh faktor lain di luar model penelitian, seperti kondisi cuaca, tingkat kepadatan lalu lintas udara, kapasitas *runway* dan *taxiway*, kesiapan *ground handling*, maupun faktor operasional lainnya.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin baik penerapan *Pushback and Start Management*, maka semakin tinggi efektivitas operasional keberangkatan. Pengaruh tersebut menunjukkan bahwa pengaturan waktu *pushback* yang dilakukan secara terencana mampu mendukung keteraturan proses keberangkatan sehingga waktu tunggu pesawat di area pergerakan darat dapat dikendalikan. Dengan demikian, PSM tidak hanya berfungsi sebagai prosedur operasional, tetapi juga menjadi salah satu strategi untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan lalu lintas pesawat pada fase keberangkatan.

Besarnya nilai koefisien determinasi sebesar 49,8% menunjukkan bahwa PSM merupakan salah satu faktor yang memberikan kontribusi cukup besar terhadap efektivitas operasional keberangkatan. Namun demikian, nilai tersebut juga menunjukkan bahwa efektivitas operasional bandar udara tidak hanya dipengaruhi oleh penerapan PSM. Masih terdapat faktor-faktor lain yang berkontribusi terhadap kinerja operasional, antara lain kondisi meteorologi, konfigurasi *runway*, kepadatan lalu lintas penerbangan, waktu okupansi *runway* (*runway occupancy time*), kesiapan pelayanan *ground handling*, serta kepatuhan terhadap jadwal keberangkatan (*slot compliance*). Oleh karena itu, peningkatan efektivitas operasional memerlukan pendekatan yang terintegrasi dan tidak hanya berfokus pada pengaturan *pushback*.

Temuan penelitian ini didukung oleh penelitian Desai et al. (2022) yang mengembangkan metode Penalty-Based Dynamic Pushback Control (PDPC). Penelitian tersebut menunjukkan bahwa pengendalian *pushback* secara dinamis berdasarkan kondisi antrean *taxiway* mampu menurunkan biaya operasional sebesar 42% dan konsumsi bahan bakar sebesar 68% dibandingkan sistem tanpa pengendalian *pushback*. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pengaturan waktu *pushback* yang optimal tidak hanya mengurangi kepadatan di area

pergerakan pesawat, tetapi juga meningkatkan efisiensi operasional bandar udara secara keseluruhan. Temuan tersebut memperkuat hasil penelitian ini bahwa penerapan PSM memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan efektivitas operasional keberangkatan.

Hasil penelitian ini juga konsisten dengan penelitian Simaiakis et al. (2014) yang melakukan uji lapangan terhadap strategi pushback rate control di Boston Logan International Airport. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa pengendalian laju *pushback* mampu mengurangi kemacetan di area permukaan bandar udara tanpa menurunkan kapasitas keberangkatan (*runway throughput*). Selain itu, strategi tersebut berhasil mengurangi konsumsi bahan bakar sekitar 12.250–14.500 kg selama periode uji coba dengan hanya menambah waktu tunggu di *gate* sekitar 4,4 menit. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penahanan pesawat di *gate* sebelum memperoleh izin *pushback* lebih efisien dibandingkan membiarkan pesawat menunggu dengan mesin menyala di *taxiway*, sehingga efektivitas operasional dapat ditingkatkan tanpa mengurangi kapasitas bandar udara. Temuan penelitian ini juga didukung oleh penelitian Zhu et al. (2018) yang menunjukkan bahwa strategi pengendalian *pushback* berdasarkan jumlah pesawat di area permukaan mampu mengurangi waktu *taxiing* tanpa menurunkan tingkat pemanfaatan *runway*. Penelitian tersebut menjelaskan bahwa ketika jumlah pesawat yang bergerak di *taxiway* dikendalikan sesuai kapasitas operasional, kepadatan lalu lintas dapat ditekan sehingga proses keberangkatan menjadi lebih teratur dan efisien.

Berdasarkan hasil penelitian ini dan penelitian terdahulu dapat dipahami bahwa keberhasilan penerapan PSM tidak hanya tercermin dari kelancaran proses *pushback*, tetapi juga dari dampaknya terhadap efektivitas operasional keberangkatan secara keseluruhan. Semakin baik pengaturan waktu *pushback* sesuai kondisi operasional, semakin besar peluang terciptanya proses keberangkatan yang teratur, efisien, dan mampu meminimalkan antrean di area pergerakan pesawat. Oleh karena itu, PSM dapat dipandang sebagai salah satu strategi operasional yang berkontribusi dalam meningkatkan kinerja bandar udara, khususnya pada bandara dengan tingkat pergerakan tinggi seperti Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penerapan *Pushback and Start Management* (PSM) di Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali telah berada pada kategori tinggi (rata-rata 3,72), yang menunjukkan bahwa koordinasi operasional, komunikasi, pemberian izin *pushback*, dan pengaturan *engine start* telah berjalan dengan baik. Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa PSM berpengaruh positif

dan signifikan terhadap efektivitas operasional keberangkatan ($p < 0,05$) dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,498. Hal ini menunjukkan bahwa PSM mampu menjelaskan 49,8% variasi efektivitas operasional keberangkatan, sehingga semakin optimal penerapannya, semakin meningkat efektivitas operasional melalui ketepatan waktu *pushback*, keteraturan *departure sequence*, pengurangan *taxi time*, dan peningkatan efisiensi operasional penerbangan.

Saran

Optimalisasi penerapan PSM perlu dilakukan melalui peningkatan koordinasi antarunit operasional, evaluasi berkala terhadap prosedur *pushback* dan *handover* komunikasi, serta pemanfaatan data operasional secara *real-time* untuk mendukung pengambilan keputusan. Penelitian selanjutnya disarankan menambahkan variabel lain, seperti kondisi cuaca, kepadatan lalu lintas penerbangan, *ground handling*, kapasitas runway dan taxiway, serta menggunakan data operasional aktual agar analisis terhadap efektivitas PSM menjadi lebih komprehensif.

DAFTAR REFERENSI

Arkaan, N. M. S., et al. (2025). Analisis identifikasi hazard guna meningkatkan aspek keselamatan di service road Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai, Bali. *Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik, 3*(3). https://doi.org/10.61132/venus.v3i3.1013

Chen, Y., Zhao, Y., & Wu, Y. (2024). Recent progress in air traffic flow management: A review. *Journal of Air Transport Management, 116*, 102573. https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2024.102573

Desai, J., Srivathsan, S., Yu, C., & Zhang, D. (2022). A 0–1 mixed-integer program-based group-and-release strategy for solving the integrated runway scheduling and taxiway routing problem. *Naval Research Logistics, 69*(7), 939–957. https://doi.org/10.1002/nav.22072

El Zein, M., Karimipanah, T., & Ameen, A. (2025). Airports—Energy and sustainability perspectives. *Energies, 18*(6), 1360. https://doi.org/10.3390/en18061360

Frisnawati, E., Karnaen, I. A., & Rahangmetan, D. K. (2025). Analisis peran personil Apron Movement Control (AMC) terhadap kedisiplinan berlalu lintas pada area service road di Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali. *Jurnal Manajemen Dirgantara, 18*(2), 257–275. https://doi.org/10.56521/manajemen-dirgantara.v18i2.1475

Liu, W., Zhang, H., Shi, Z., Wang, Y., Chang, J., & Zhang, J. (2023). Risk topics discovery and trend analysis in air traffic control operations—Air traffic control incident reports from 2000 to 2022. *Sustainability, 15*(15), 12065. https://doi.org/10.3390/su151512065

Ma, J., Zhou, J., Liang, M., & Delahaye, D. (2022). Data-driven trajectory-based analysis and optimization of airport surface movement. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 145*, 103902. https://doi.org/10.1016/j.trc.2022.103902

Ng, K. K. H., Lee, C. K. M., Chan, F. T. S., & Lv, Y. (2018). Review on meta-heuristics approaches for airside operation research. *Applied Soft Computing, 66*, 104–133. https://doi.org/10.1016/j.asoc.2018.02.013

Qur'ani, H. F., et al. (2025). Implementation of good governance in passport and residence permit services at Ngurah Rai Bali Immigration. *International Journal of Social Science and Humanity, 2*(4). https://doi.org/10.62951/ijss.v2i4.531

Ramadhan, B. H. C., et al. (2026). Evaluasi kinerja petugas Apron Movement Control (AMC) dalam meningkatkan keselamatan operasional di Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali. *Jurnal Ilmiah Manajemen dan Kewirausahaan, 5*(3). https://doi.org/10.55606/jimak.v5i3.7853

Sinuraya, A. S. B., et al. (2025). Integrasi data kapal untuk penerbitan dokumen RPK dan penambahan pelabuhan singgah pada sistem Simlala oleh PT Citra Maritime Batam. *Jurnal Transformasi Bisnis Digital, 2*(6). https://doi.org/10.61132/jutrabidi.v2i6.1044

Utami, D. H. (2025). The implementation of community-based turtle conservation in Serangan Traditional Village, Denpasar, Bali, Indonesia assisted by Pertamina Patra Niaga Fuel Terminal Sanggaran. *International Journal of Education and Literature, 4*(3). https://doi.org/10.55606/ijel.v4i3.266

Xia, Z. H., & Huang, L. Y. (2022). Prediction of departure flights' taxi-out time based on intelligent algorithm optimized BP. *Mathematical Problems in Engineering, 2022*, 6254251. https://doi.org/10.1155/2022/6254251

Zhu, X., Li, N., Sun, Y., Zhang, H., Wang, K., & Tsai, S. B. (2018). A study on the strategy for departure aircraft pushback control from the perspective of reducing carbon emissions. *Energies*, *11*(9), 2473. https://doi.org/10.3390/en11092473

Zuniga, C., & Herrero, R. (2024). A post-analysis study of the departure phase based on A-CDM: Looking at the start-up phase. *Transportation Research Procedia, 81*, 297–306. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2024.11.031