



## EVALUASI LEVEL OF SERVICE MELALUI KONFIGURASI SPASIAL BERBASIS SPACE SYNTAX PADA TERMINAL 3 DOMESTIK SOETTA

Dwinanto<sup>1</sup>, Ramos Pasaribu<sup>2</sup>, Posma Hutasoit<sup>3</sup>

Universitas Kristen Indonesia

E-mail: Anton\_ArchIT1@yahoo.com

### Informasi Naskah:

Diterima:

2 Mei 2026

Direvisi:

15 Mei 2026

Disetujui terbit:

15 Juni 2026

Diterbitkan:

Cetak:

29 Juni 2026

Online

29 Juni 2026

**Abstract:** *This study aims to evaluate the relationship between spatial configuration and Level of Service (LoS) within the domestic terminal using the Space Syntax approach and IATA Airport Development Reference Manual (ADRM) 12th Edition. The research employed a quantitative-descriptive method through Visibility Graph Analysis (VGA) using DepthmapX to assess spatial integration, connectivity, and intelligibility across the main passenger processing areas, including check-in hall, security checkpoint, boarding lounge, baggage claim hall, and arrival hall. LoS evaluation was conducted based on peak hour passenger demand, queue capacity, processing time, and spatial capacity standards. The results indicate that the terminal has a strong linear spatial structure with high integration values along the main circulation corridors, supporting efficient passenger movement and orientation. However, several high-demand areas, particularly the check-in hall and baggage claim hall, still experience sub-optimum operational performance despite having adequate spatial capacity. The study concludes that effective terminal performance is influenced not only by spatial configuration but also by operational processing capacity and passenger flow distribution.*

**Keyword:** Space Configuration, Level of Service, Passenger Circulation, Airport Terminal, Visibility Graph Analysis

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan mengevaluasi hubungan konfigurasi spasial terhadap Level of Service (LoS) pada terminal domestik menggunakan pendekatan Space Syntax dan Airport Development Reference Manual (ADRM) 12th Edition. Penelitian menggunakan metode deskriptif kuantitatif melalui Visibility Graph Analysis (VGA) menggunakan DepthmapX untuk menganalisis tingkat integration, connectivity, dan intelligibility pada area utama terminal, meliputi check-in hall, security checkpoint, boarding lounge, baggage claim hall, dan arrival hall. Evaluasi LoS dilakukan berdasarkan beban penumpang jam sibuk, kapasitas antrian, waktu pemrosesan, dan standar kapasitas ruang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terminal memiliki struktur spasial linear yang kuat dengan tingkat integrasi tinggi pada koridor utama sehingga mendukung efisiensi pergerakan dan orientasi penumpang. Namun, beberapa area dengan intensitas pergerakan tinggi, terutama check-in hall dan baggage claim hall, masih menunjukkan performa operasional sub-optimum meskipun secara spasial memiliki kapasitas ruang yang memadai. Penelitian ini menyimpulkan bahwa performa terminal tidak hanya dipengaruhi oleh konfigurasi spasial, tetapi juga oleh kapasitas operasional dan distribusi arus penumpang.

**Kata Kunci:** Konfigurasi Spasial, Tingkat Layanan, Sirkulasi Penumpang, Terminal Bandar udara, Analisis Grafis Visibilitas

### PENDAHULUAN

Bandara Internasional Soekarno–Hatta merupakan simpul utama transportasi udara di Indonesia dengan intensitas pergerakan penumpang tertinggi di kawasan Asia Tenggara. Sebagai terminal terbesar di bandara tersebut, Terminal 3 dirancang untuk menampung hingga 25 juta penumpang per tahun. Namun, data semester pertama tahun 2024 menunjukkan jumlah penumpang telah mencapai lebih dari 15 juta orang, sehingga berpotensi melampaui kapasitas desain tahunan (Kementerian Perhubungan, 2024). Kondisi ini berdampak pada meningkatnya kepadatan serta menurunnya

efisiensi pergerakan penumpang, khususnya pada area pelayanan utama seperti check-in, security screening, dan jalur menuju boarding gate (Mazareno, 2023; PT Angkasa Pura II, 2024).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Permasalahan yang terjadi tidak hanya berkaitan dengan kapasitas ruang, tetapi juga dipengaruhi oleh konfigurasi spasial yang membentuk pola pergerakan pengguna di dalam terminal. Pada area domestik Terminal 3 ditemukan indikasi ketidakefisienan sirkulasi, seperti jarak tempuh penumpang yang melebihi 600 meter, melampaui standar ideal International Air Transport Association (IATA) sebesar 300–500 meter (IATA, 2022). Selain itu, terdapat potensi disorientasi akibat rendahnya keterbacaan ruang, seperti posisi signage yang terhalang area duduk dan pola backflow pergerakan 180° menuju boarding lounge. Kondisi tersebut menghambat pola perjalanan yang intuitif dan linier, sehingga meningkatkan waktu tempuh, kelelahan pengguna, serta menurunkan kualitas pelayanan terminal secara keseluruhan (Kalakou & Moura, 2014; Syahrial & Nusraningrum, 2022).

Berbagai upaya peningkatan pelayanan telah dilakukan melalui program transformasi premises, process, dan people, termasuk penerapan sistem otomatisasi seperti self-baggage drop (InJourney, 2024). Akan tetapi, pendekatan tersebut masih cenderung berfokus pada aspek operasional dan teknologi layanan, sementara hubungan spasial antar-ruang sebagai struktur dasar pembentuk pola pergerakan pengguna belum banyak dikaji secara komprehensif. Dalam konteks arsitektur transportasi, konfigurasi spasial memiliki peran penting dalam menentukan efisiensi sirkulasi dan kemudahan orientasi pengguna. Melalui teori Space Syntax, Hillier (1996) menjelaskan bahwa keterhubungan ruang yang baik mampu meningkatkan integrasi spasial dan memperlancar alur pergerakan pengguna di dalam bangunan.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa evaluasi kinerja terminal umumnya dilakukan melalui pendekatan Level of Service (LoS) yang berfokus pada kepadatan ruang, kapasitas fasilitas, dan performa proses penumpang. Di sisi lain, pendekatan Space Syntax digunakan untuk menganalisis konfigurasi ruang melalui parameter integrasi, konektivitas, dan intelligibility. Meskipun demikian, penelitian yang mengintegrasikan kedua pendekatan tersebut untuk mengevaluasi hubungan antara konfigurasi spasial dan kualitas pelayanan terminal bandara masih terbatas, khususnya pada konteks terminal penumpang di Indonesia. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengevaluasi Level of Service Terminal 3 Domestik Bandara Soekarno–Hatta melalui analisis konfigurasi spasial berbasis Space Syntax guna menghasilkan rekomendasi desain sirkulasi yang lebih efisien, mudah dipahami, dan berbasis data (data-informed).

### TINJUAN PUSTAKA

Penelitian dilakukan melalui pendekatan kuantitatif berbasis *Space Syntax* dan evaluasi kapasitas pelayanan terminal untuk mengidentifikasi pengaruh konfigurasi ruang terhadap efisiensi sirkulasi dan performa pelayanan penumpang. Analisis difokuskan pada parameter *integration, connectivity,*

kepadatan ruang, dan kapasitas pelayanan pada area utama terminal sebagai dasar dalam merumuskan rekomendasi optimalisasi tata ruang terminal penumpang.

### Konsep Level of Service (LoS)

Level of Service (LoS) merupakan pendekatan yang digunakan untuk menilai tingkat kenyamanan, efisiensi, dan kapasitas fasilitas terminal penumpang berdasarkan hubungan antara permintaan penumpang, kapasitas pelayanan, dan kualitas pengalaman pengguna (Horonjeff & McKelvey, 2010; IATA, 2022). Dalam terminal bandar udara, LoS digunakan sebagai acuan evaluasi performa fasilitas pada kondisi operasional, khususnya pada periode jam sibuk (peak hour). Parameter yang digunakan meliputi luas area per penumpang, kepadatan ruang, panjang antrean, waktu tunggu, serta jarak tempuh antar fasilitas pelayanan (IATA, 2016).

Perencanaan kebutuhan ruang terminal mengacu pada Airport Development Reference Manual (ADRM) 12th Edition. Standar tersebut merekomendasikan kebutuhan luasan tiap orang/m<sup>2</sup> di setiap ruang utama Terminal Penumpang. Evaluasi LoS dilakukan dengan membandingkan kebutuhan ruang aktual terhadap kebutuhan ruang ideal untuk menentukan kategori pelayanan terminal, yaitu *over design, optimum, atau sub optimum.*

**Tabel 1.** Parameter dan Level of Service Guideline, (Sumber: ADRM 12<sup>th</sup>, 2022)

LoS Guideline	SPACE GUIDELINES [sqm/PAX]			QUEUEING TIME GUIDELINES			SEATING GUIDELINES (Seating Offering / occupant)			
	LoS Parameter	Over-Design	Optimum	Sub-Optimum	Over-Design	Optimum	Sub-Optimum	Over-Design	Optimum	Sub-Optimum
Public Departure Hall	> 2.3	2.0 - 2.3	< 2.0	n/a	n/a	n/a	n/a	15-20%		
Check-in	Self-Service Kiosk	> 1.8	1.3 - 1.8	< 1.3	< 1	1 - 2	> 2	< 1	1 - 2	< 1.3
	Bag Drop Desk	> 1.8	1.3 - 1.8	< 1.3	< 1	1 - 5	> 5	< 1	1 - 3	< 1.3
	Check-in Desk	> 1.8	1.3 - 1.8	< 1.3	< 10	10 - 20	> 20	< 3	Business Class 3 - 5	< 1.3
	Check-in Desk (Clearing Width 1.4-1.6 m)	> 1.8	1.3 - 1.8	< 1.3	< 10	10 - 20	> 20	< 3	Business Class 3 - 5	< 1.3
Security Control (Queueing Width 1.2 m)		> 1.2	1.0 - 1.2	< 1.0	< 5	5 - 10	> 10	< 1	Fast Track 1 - 3	< 1.0
Emigration Control	Staffed Emigration Desk	> 1.2	1.0 - 1.2	< 1.0	< 5	5 - 10	> 10	< 1	Fast Track 1 - 3	
	Automatic Border Control	> 1.2	1.0 - 1.2	< 1.0	< 1	1 - 5	> 5	n/a		
Gate	Seating	> 2.2	1.8 - 2.2	< 1.8	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	60-70%
Holdrooms	Standing	> 1.5	1.2 - 1.5	< 1.2	< 5	5 - 10	> 10	< 1	Fast Track 1 - 5	< 1.0
Immigration Control	Staffed Emigration Desk	> 1.2	1.0 - 1.2	< 1.0	< 5	5 - 10	> 10	< 1	Fast Track 1 - 5	
	Automatic Border Control	> 1.2	1.0 - 1.2	< 1.0	< 1	1 - 5	> 5	n/a		
Baggage Reclaim (1)	Narrow Body	> 1.7	1.5 - 1.7	< 1.5	< 0	0 / 15	> 15	< 0	0 / 15	> 15
	Wide Body	> 1.7	1.5 - 1.7	< 1.5	< 0	0 / 25	> 25			
Customs Control (2)		> 1.8	1.3 - 1.8	< 1.3	< 1	1 - 5	> 5	< 1	1 - 5	> 5
Public Arrival Hall		> 2.3	2.0 - 2.3	< 2.0	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	15-20%

Dalam penelitian ini, evaluasi LoS dikaji melalui pendekatan konfigurasi spasial menggunakan metode Space Syntax. Menurut Hillier (1996), konfigurasi ruang memengaruhi pola pergerakan pengguna melalui tingkat keterhubungan dan integrasi antar ruang. Analisis Space Syntax dilakukan menggunakan parameter *integration* dan *connectivity* untuk mengidentifikasi hubungan antara struktur spasial terminal dan performa pelayanan ruang.

Pendekatan ini digunakan untuk mengevaluasi sejauh mana konfigurasi ruang memengaruhi efisiensi sirkulasi, distribusi kepadatan, dan kualitas pelayanan terminal penumpang. Dengan demikian, evaluasi LoS tidak hanya didasarkan pada kapasitas ruang secara kuantitatif, tetapi juga pada

performa spasial yang membentuk pola pergerakan pengguna di dalam terminal.

Dalam penelitian ini, evaluasi Level of Service tidak hanya dilakukan berdasarkan kapasitas ruang secara kuantitatif, tetapi juga melalui pendekatan konfigurasi spasial menggunakan metode Space Syntax. Parameter integration dan connectivity digunakan untuk mengidentifikasi hubungan antara struktur ruang terminal dengan efisiensi sirkulasi dan performa pelayanan penumpang.

### Teori Space Syntax

Space Syntax merupakan pendekatan analisis konfigurasi ruang yang dikembangkan oleh Bill Hillier dan Julienne Hanson untuk memahami hubungan antara tata ruang dan pola pergerakan pengguna di dalam lingkungan binaan. Teori ini menjelaskan bahwa konfigurasi spasial memengaruhi tingkat aksesibilitas, keterhubungan, dan intensitas pergerakan dalam suatu sistem ruang (Hillier & Hanson, 1984; Hillier, 1996). Dalam konteks terminal bandar udara, pendekatan ini digunakan untuk mengevaluasi efisiensi sirkulasi dan hubungan antar area pelayanan penumpang.

Analisis Space Syntax dilakukan melalui pemodelan konfigurasi ruang menggunakan perangkat lunak DepthmapX dengan pendekatan Visibility Graph Analysis (VGA). Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi hubungan visual dan aksesibilitas antar ruang berdasarkan pola keterhubungan spasial (Siregar, 2014). Parameter utama yang digunakan dalam penelitian ini meliputi connectivity dan integration.

Connectivity menunjukkan jumlah hubungan langsung suatu ruang terhadap ruang lain dalam sistem. Nilai connectivity digunakan untuk mengidentifikasi tingkat keterhubungan lokal dan potensi ruang sebagai jalur utama pergerakan (Hillier et al., 1987; Darjosanjoto, 2006). Sementara itu, integration menunjukkan tingkat kemudahan suatu ruang dicapai dari seluruh ruang lain dalam sistem. Ruang dengan nilai integration tinggi cenderung memiliki intensitas pergerakan lebih besar dan berfungsi sebagai pusat aktivitas sirkulasi (Hillier, 2007).

Dalam fasilitas transportasi, Space Syntax banyak digunakan untuk mengevaluasi hubungan antara konfigurasi ruang dan perilaku pergerakan pengguna. Penelitian Kalakou dan Moura (2014) menunjukkan bahwa tingkat integrasi ruang berpengaruh terhadap pola distribusi pergerakan penumpang dalam terminal bandar udara. Temuan serupa juga dijelaskan oleh Ueno et al. (2009), Hoeven dan Nes (2014), serta Lee dan Seo (2013), yang menyatakan bahwa visibilitas ruang dan jumlah perubahan arah memengaruhi pemilihan rute dan efisiensi navigasi pengguna.

Dalam penelitian ini, parameter integration dan connectivity digunakan untuk menganalisis hubungan antara konfigurasi spasial Terminal 3 Domestik Bandara Soekarno–Hatta dengan indikator Level of Service (LoS), seperti kepadatan ruang, distribusi pergerakan, dan efisiensi sirkulasi penumpang. Pendekatan ini digunakan untuk

mengevaluasi sejauh mana struktur ruang terminal mendukung performa pelayanan dan kenyamanan pengguna secara spasial.

### Variabel Penelitian

Variabel penelitian disusun untuk menganalisis pengaruh konfigurasi ruang terhadap Level of Service (LoS) pada Terminal 3 Domestik Bandara Soekarno–Hatta. Penelitian ini menggunakan konfigurasi ruang sebagai variabel independen (X) dan Level of Service (LoS) sebagai variabel dependen (Y).

Variabel independen berupa konfigurasi ruang dianalisis menggunakan pendekatan Space Syntax berdasarkan teori Bill Hillier dan Julienne Hanson (1984). Parameter yang digunakan meliputi connectivity dan integration. Connectivity digunakan untuk mengukur tingkat keterhubungan langsung antar ruang dalam sistem terminal, sedangkan integration digunakan untuk mengidentifikasi tingkat kemudahan pencapaian suatu ruang terhadap keseluruhan sistem spasial (Hillier, 1996; Hillier et al., 1987).

Variabel dependen berupa Level of Service (LoS) digunakan untuk mengevaluasi performa pelayanan terminal berdasarkan standar Airport Development Reference Manual (ADRM) dan PM 41 Tahun 2023. Parameter yang dianalisis meliputi kepadatan ruang ( $m^2/pax$ ), waktu tunggu pelayanan, kapasitas fasilitas, dan efisiensi sirkulasi penumpang (IATA, 2022).

**Tabel 2.** Variabel dan Parameter Penelitian (Sumber: Analisis Penulis, 2026)

Jenis Variabel	Variabel	Sub Variabel	Indikator	Referensi
Variabel Independen (X)	Konfigurasi Ruang	Connectivity	Tingkat keterhubungan antar ruang	Hillier & Hanson (1984)
		Integration	Tingkat kemudahan pencapaian ruang	Hillier (1996)
Variabel Dependen (Y)	Level of Service (LoS)	Kepadatan Ruang	Luas area per penumpang ( $m^2/pax$ )	IATA ADRM (2022)
		Waktu Tunggu	Durasi antrean pelayanan	IATA ADRM (2022)
		Efisiensi Sirkulasi	Jarak tempuh dan kelancaran arus	PM 41 Tahun 2023

Hubungan antar variabel dianalisis untuk mengidentifikasi pengaruh konfigurasi ruang terhadap performa pelayanan terminal. Pendekatan ini digunakan untuk mengevaluasi sejauh mana struktur spasial memengaruhi distribusi pergerakan penumpang, kepadatan ruang, dan efisiensi sirkulasi pada area pelayanan utama terminal.

### METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif-deskriptif dengan analisis spasial berbasis Space Syntax dan evaluasi Level of Service (LoS) untuk menilai hubungan antara konfigurasi ruang dan

kinerja pelayanan Terminal 3 Bandara Internasional Bandar Udara Internasional Soekarno–Hatta. Pendekatan ini dipilih karena penelitian berfokus pada pengukuran objektif terhadap struktur ruang, pola konektivitas, serta kapasitas pelayanan terminal berdasarkan standar operasional bandar udara (Hillier & Hanson, 1984; IATA ADRM, 2016). Analisis dilakukan pada area terminal domestik yang meliputi zona check-in, security screening, boarding lounge, area komersial, koridor sirkulasi, dan area kedatangan. Data penelitian terdiri atas data primer berupa observasi lapangan dan dokumentasi visual, serta data sekunder berupa denah terminal, data trafik penumpang, data jam sibuk (*peak hour*), dan standar pelayanan terminal berdasarkan *Airport Development Reference Manual* (ADRM) dan PM 41 Tahun 2023.

Analisis *Space Syntax* dilakukan menggunakan perangkat lunak *DepthmapX* melalui metode *Visibility Graph Analysis* (VGA) dan *axial analysis*. Parameter utama yang dianalisis meliputi *integration*, *connectivity*, *choice*, dan *visual depth* untuk mengidentifikasi tingkat keterhubungan ruang, hierarki sirkulasi, dan potensi area bottleneck (Hillier, 1996). Hasil analisis divisualisasikan dalam bentuk peta integrasi dan konektivitas ruang.

Evaluasi *Level of Service* (LoS) dilakukan berdasarkan standar IATA ADRM 12th Edition dan PM 41 Tahun 2023 dengan parameter luas efektif ruang ( $m^2/pax$ ), tingkat kepadatan, waktu tunggu, dan kapasitas pelayanan pada area proses utama terminal. Nilai LoS diklasifikasikan ke dalam kategori *sub-optimum*, *optimum*, dan *over design* untuk menentukan tingkat performa ruang terminal. Sintesis analisis dilakukan dengan menghubungkan hasil *Space Syntax* dan LoS untuk mengidentifikasi hubungan antara konfigurasi spasial dan efisiensi pelayanan terminal. Area dengan nilai integrasi tinggi namun memiliki LoS rendah diidentifikasi sebagai zona dengan potensi kepadatan dan konflik sirkulasi yang memerlukan optimalisasi tata ruang.

**Tabel 3.** Variabel dan Parameter Analisis Penelitian (Sumber: Analisis Penulis, 2026)

Variabel	Sub-Variabel	Parameter Analisis	Metode/Tools	Acuan
Konfigurasi Ruang (X)	Connectivity	Tingkat keterhubungan ruang	VGA – Depthmap X	Hillier & Hanson (1984)
	Integration	Tingkat kemudahan pencapaian ruang	VGA – Depthmap X	Hillier (1996)

	Choice	Intensitas potensi lintasan	Axial Analysis	Hillier (1996)
Level of Service (Y)	Kepada tan Ruang	$m^2/pax$	Perhitungan LoS	IATA ADRM (2016)
	Waktu Tunggu	Menit antrean	Observasi lapangan	PM 41 Tahun 2023
	Kapasitas Pelayanan	Processing capacity	Evaluasi fasilitas	Horonj eff & McKelvey (2010)

**Tabel 4.** Tahapan Analisis Penelitian (Source: Analisis Penulis, 2026)

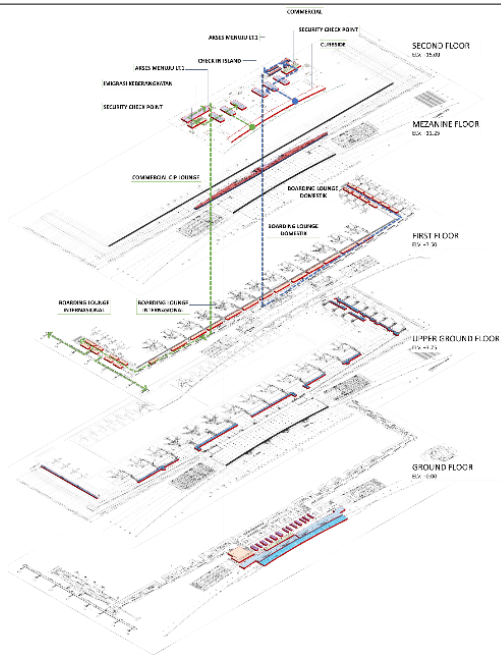
Tahap	Analisis	Output
1	Pengumpulan data spasial dan operasional terminal	Denah, trafik penumpang, data peak hour
2	Pemodelan Space Syntax	Peta integration, connectivity, VGA
3	Evaluasi Level of Service	Kategori LoS tiap zona terminal
4	Sintesis hasil analisis	Identifikasi bottleneck dan rekomendasi spasial

Metode ini memungkinkan evaluasi performa terminal secara terukur melalui integrasi analisis konfigurasi ruang dan kapasitas pelayanan, sehingga dapat digunakan sebagai dasar rekomendasi optimalisasi sirkulasi dan tata ruang terminal penumpang.

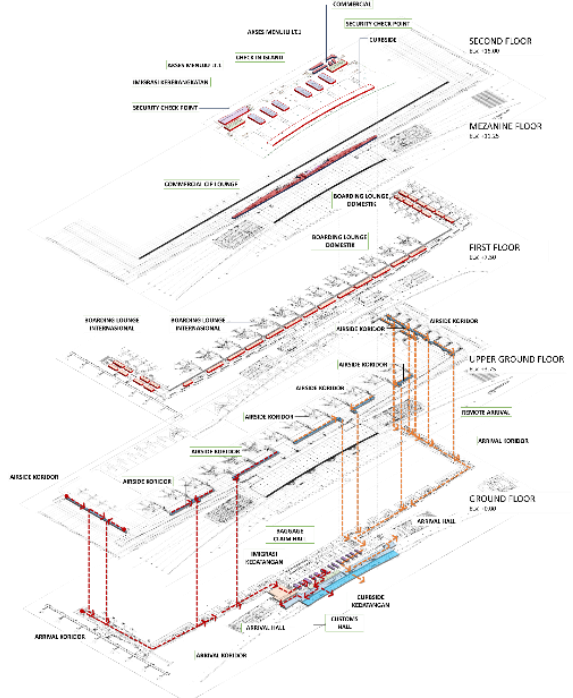
## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN Konfigurasi Spasial dan Sirkulasi Penumpang Eksisting

Terminal 3 Bandar Udara Internasional Bandar Udara Internasional Soekarno–Hatta merupakan terminal penumpang berkonsep modern dengan kapasitas rencana 25 juta penumpang per tahun. Terminal ini menggunakan konfigurasi linear–pier dengan sistem pemisahan level keberangkatan dan kedatangan (*two-level system*) serta melayani penerbangan domestik dan internasional. Penelitian difokuskan pada area domestik karena memiliki intensitas pergerakan penumpang tertinggi dan karakteristik sirkulasi yang kompleks pada jam sibuk.

Secara spasial, area pemrosesan utama domestik terdiri atas curbside keberangkatan, check-in hall, security check point (SCP), boarding lounge, baggage claim, dan arrival hall. Hubungan antar ruang membentuk pola sirkulasi linear memanjang dengan konsentrasi aktivitas pada area check-in dan boarding lounge.

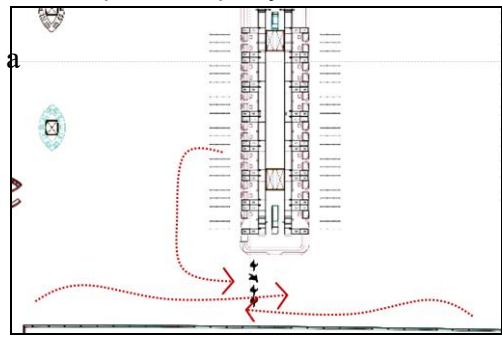


**Gambar 1.** Isometri Sirlulasi Keberangkatan Penumpang Terminal 3 (Sumber: Penulis, 2026)  
 Berdasarkan hasil observasi lapangan, ditemukan beberapa indikasi permasalahan spasial dan pelayanan pada area domestik Terminal 3. Area check-in hall mengalami kepadatan tinggi pada jam sibuk akibat antrean penumpang dan konsentrasi aktivitas pada titik informasi. Pada area boarding lounge ditemukan pola back-flow circulation setelah penumpang melewati security check point, di mana arah pergerakan menuju gate memerlukan perubahan orientasi hingga 180°. Selain itu, antrean boarding pada gate tertentu juga menimbulkan crossing circulation yang menghambat arus penumpang menuju gate lainnya.



**Gambar 2.** Isometri Sirlulasi Kedatangan Penumpang Terminal 3 (Sumber: Penulis, 2026)

Pada area baggage claim, kepadatan penumpang di sekitar conveyor belt berpotensi mengganggu jalur sirkulasi utama sehingga dilakukan pembatasan area tunggu pada sisi tertentu carousel. Kondisi tersebut menunjukkan adanya hubungan antara konfigurasi ruang, distribusi fasilitas, dan performa pelayanan terminal.



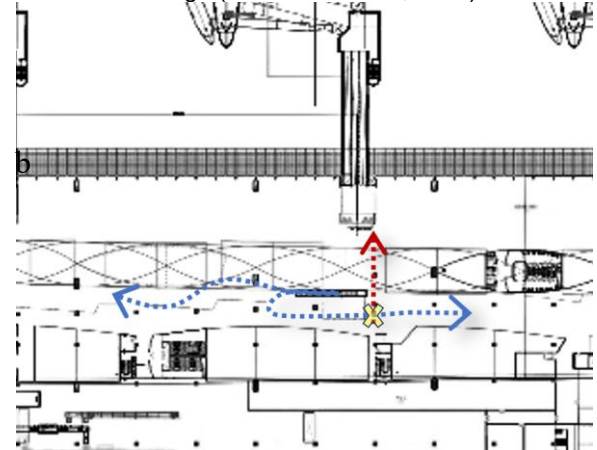
**Gambar 3.** Simulasi Hambatan di area di Area Check in Hall (Sumber: Penulis, 2026)



**Gambar 4.** Foto Hambatan Sirkulasi Penumpang di Area Check in Hall (Sumber: Penulis, 2026)



**Gambar 5.** Foto Sirkulasi Back flow di Area Boarding Lounge (Sumber: Penulis, 2026)



**Gambar 6.** Simulasi Hambatan Sirkulasi Penumpang di Area Boarding Lounge (Sumber: Penulis, 2026)

Berdasarkan data operasional tahun 2024, jumlah penumpang Terminal 3 mencapai sekitar 29,6 juta penumpang per tahun atau melampaui kapasitas rencana awal terminal. Terminal domestik didukung oleh fasilitas utama berupa check-in counter, self check-in, security check point, boarding gate, dan baggage claim carousel yang tersebar pada area processing utama terminal.

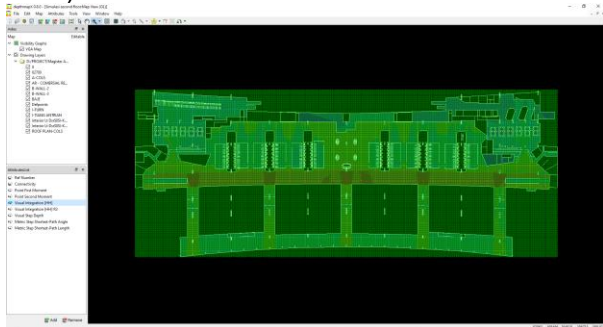
**Tabel 5.** Data Operasional Equipment Terminal 3 (Sumber: Observasi Penulis, 2026)

Equipment Requirement	Jumlah	
a. Self Check-in Counter	32	unit
b. Check-in Counter		unit
	156	
c. Emigration counter (DEP)		unit
	53	
d. Security Check Point		unit
	24	
e. Boarding Lounge Area		m2
	18.646	
f. Immigration Counter (ARR)		unit
	66	
g. Baggage Claim Device		unit
	13	
h. Custom counter		unit
	7	
i. Arrival Hall	21.180	m2

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa peningkatan volume penumpang dan kompleksitas hubungan ruang berpotensi memengaruhi efisiensi sirkulasi dan kualitas pelayanan terminal. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan pendekatan Space Syntax dan evaluasi Level of Service (LoS) untuk mengidentifikasi hubungan antara konfigurasi spasial, pola kepadatan, dan performa pelayanan pada area domestik Terminal 3 Soekarno–Hatta.

### Hasil Analisis Space Syntax

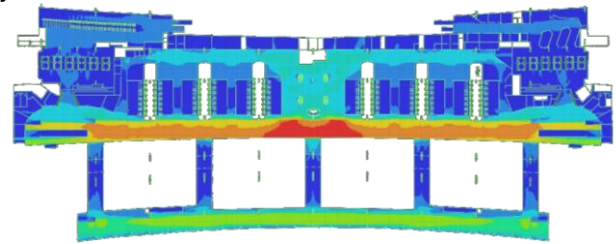
Analisis spasial dilakukan menggunakan metode *Visibility Graph Analysis (VGA)* pada perangkat lunak DepthmapX untuk mengevaluasi struktur keterhubungan ruang dan tingkat integrasi spasial pada Terminal 3 domestik. Analisis difokuskan pada tiga area utama terminal, yaitu departure hall (lantai 2), boarding lounge (lantai 1), dan arrival hall–baggage claim (lantai dasar). Parameter utama yang digunakan meliputi *connectivity* dan *integration* untuk mengidentifikasi tingkat aksesibilitas dan potensi pergerakan penumpang dalam sistem ruang terminal berdasarkan teori *Space Syntax* (Hillier & Hanson, 1984; Hillier, 1996).



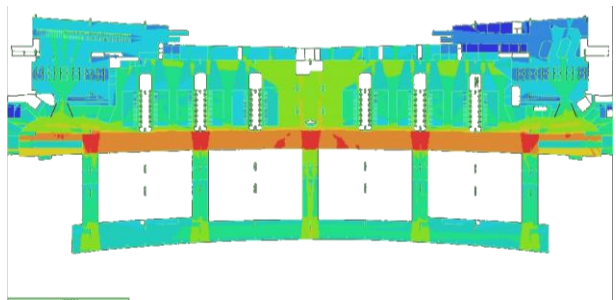
**Gambar 7.** Pemodelan VGA Terminal 3 Domestik (Sumber: Penulis, 2026)

Hasil simulasi menunjukkan bahwa koridor utama pada seluruh lantai memiliki nilai *connectivity* dan *integration* tertinggi (merah–orange), sehingga berfungsi sebagai *movement core* atau pusat distribusi pergerakan penumpang. Sebaliknya, area penunjang seperti ruang tunggu gate, ruang servis, dan beberapa area komersial berada pada zona dengan integrasi lebih rendah (biru–hijau), yang menunjukkan sifat ruang yang lebih segregatif dari sistem utama.

Pada lantai keberangkatan (departure hall), pola integrasi membentuk konfigurasi linear yang menghubungkan curbside, check-in hall, hingga security check point (SCP). Struktur ini menunjukkan tingkat keterbacaan ruang (*spatial intelligibility*) yang relatif tinggi dengan nilai  $R^2$  *intelligibility* sebesar  $\pm 0,61$  dan *synergy*  $\pm 0,85$ . Kondisi tersebut menunjukkan bahwa hubungan antara struktur spasial lokal dan global berlangsung cukup konsisten sehingga mendukung orientasi penumpang secara intuitif menuju area proses keberangkatan. Namun demikian, beberapa area di belakang check-in counter dan titik antrean informasi memiliki nilai integrasi rendah sehingga berpotensi menimbulkan hambatan sirkulasi pada jam sibuk.



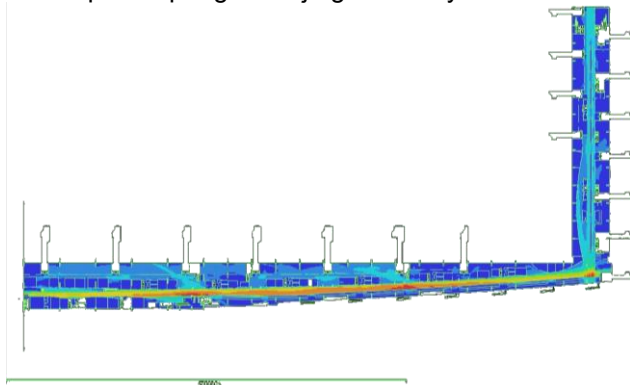
**Gambar 8.** Connectivity Map VGA 2<sup>nd</sup> Floor (Sumber: Penulis, 2026)



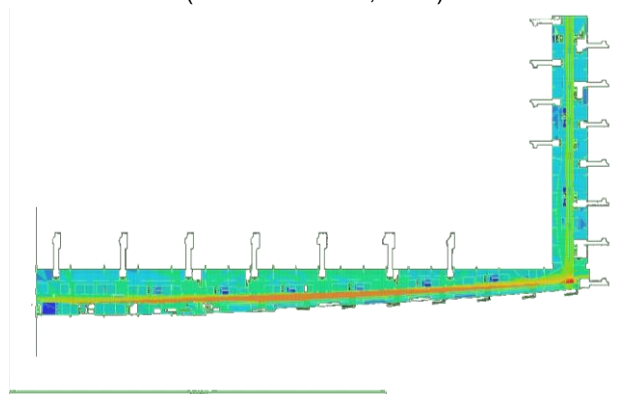
**Gambar 9.** Integration Map VGA 2<sup>nd</sup> Floor (Sumber: Penulis, 2026)

Pada boarding lounge, koridor utama antar-gate menjadi area dengan integrasi tertinggi karena berfungsi sebagai jalur distribusi utama penumpang menuju gate keberangkatan. Pola linear koridor menghasilkan distribusi aksesibilitas global yang relatif merata dengan nilai *integration* rata-rata sebesar 4,20. Struktur ini mendukung *movement efficiency* dan *natural wayfinding* karena pengguna dapat memahami arah pergerakan secara langsung melalui kontinuitas visual koridor. Akan tetapi, hasil observasi menunjukkan adanya konflik sirkulasi pada area dekat eskalator menuju boarding lounge,

terutama akibat pola back-flow circulation dan antrean boarding yang memotong jalur pergerakan utama penumpang menuju gate lainnya.

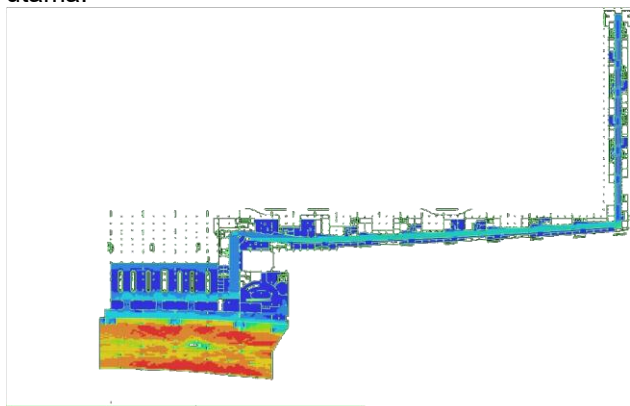


Gambar 10. Connectivity Map VGA 1<sup>st</sup> Floor (Sumber: Penulis, 2026)

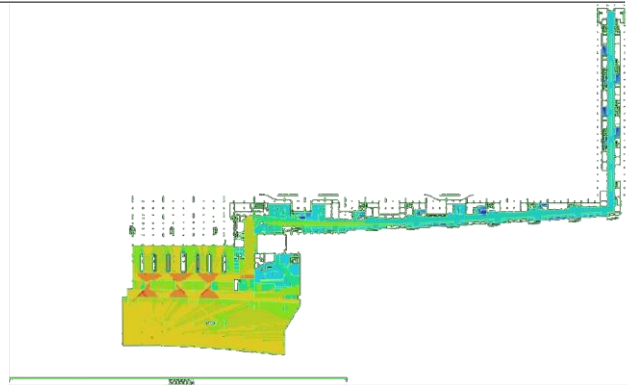


Gambar 11. Integration Map VGA 1<sup>st</sup> Floor (Sumber: Penulis, 2026)

Pada lantai kedatangan, area baggage claim hall berperan sebagai pusat integrasi utama (integration core) yang menghubungkan seluruh alur penumpang dari koridor kedatangan menuju arrival hall dan curbside. Konfigurasi ini membentuk pola sirkulasi konvergen yang relatif efisien karena meminimalkan decision point dan mendukung orientasi penumpang menuju area keluar terminal. Meskipun demikian, nilai intelligibility lantai dasar yang lebih rendah ( $R^2 \pm 0,33$ ) menunjukkan bahwa sistem kedatangan memiliki kompleksitas orientasi yang lebih tinggi dibanding area keberangkatan akibat konvergensi arus dari berbagai titik kedatangan menuju satu area publik utama.



Gambar 12. Connectivity Map VGA Ground Floor (Sumber: Penulis, 2026)



Gambar 13. Integration Map VGA Ground Floor (Sumber: Penulis, 2026)

Tabel 6. Rekapitulasi hasil Simulasi Space Syntax (Sumber: Penulis, 2026)

Area	Avg Connectivity	Avg Integration	Intelligibility ( $R^2$ )	Synergy ( $R^2$ )	Karakter Spasial
Departure Hall (L2)	4.918,8	6,53	0,61	0,81	Highly integrated
Boarding Lounge (L1)	5.093,02	4,20	0,77	0,90	Linear movement
Arrival Hall (GF)	3.327,81	4,00	0,33	0,35	Convergent movement

Secara keseluruhan, hasil Space Syntax menunjukkan bahwa Terminal 3 domestik memiliki struktur spasial yang kuat dengan pola integrasi linear pada koridor utama keberangkatan dan kedatangan. Tingginya nilai integration dan connectivity pada koridor utama mendukung efisiensi distribusi pergerakan dan memperkuat keterbacaan ruang terminal. Namun demikian, beberapa titik transisi dengan intensitas pergerakan tinggi, khususnya pada area check-in hall dan boarding lounge, masih menunjukkan potensi bottleneck akibat konsentrasi arus penumpang pada jam sibuk. Kondisi ini menunjukkan bahwa konfigurasi ruang yang memiliki integrasi tinggi belum tentu menghasilkan performa pelayanan optimal, sehingga diperlukan evaluasi lebih lanjut melalui analisis Level of Service (LoS).

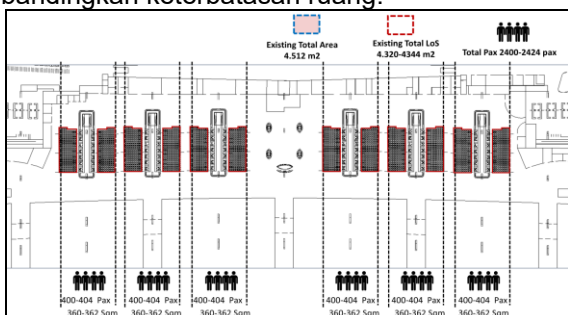
#### Analisis Level of Service (LoS)

Evaluasi Level of Service (LoS) pada Terminal 3 Soekarno–Hatta dilakukan menggunakan pendekatan *Airport Development Reference Manual* (ADRM) edisi ke-12 dari International Air Transport Association dengan parameter utama berupa *Design Hour Rate* (DHR), kapasitas fasilitas, waktu pemrosesan (*processing time*), waktu tunggu (*maximum queuing time*), serta kebutuhan ruang per penumpang. Analisis menggunakan kondisi operasional tahun 2024 sebagai tahun evaluasi karena memiliki volume trafik tertinggi sebesar 29,7 juta penumpang/tahun. Pemilihan DHR 98% (hour ranking ke-73) dilakukan untuk merepresentasikan kondisi operasional sibuk yang paling realistis tanpa dipengaruhi lonjakan ekstrem.

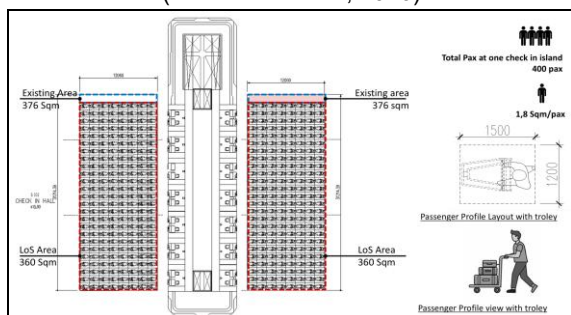
Tabel 7. Peak hour dan DHR 98% Terminal 3 Tahun 2024 (Sumber: Injourney Airport diolah Penulis, 2026)

Segmen	Kondisi	Peak Hour	DHR 98%
Domestik	Keberangkatan	4.698	<b>4.604 pax/jam</b>
Domestik	Kedatangan	4.800	<b>4.704 pax/jam</b>
Internasional	Keberangkatan	2.970	<b>2.911 pax/jam</b>
Internasional	Kedatangan	3.422	<b>3.354 pax/jam</b>

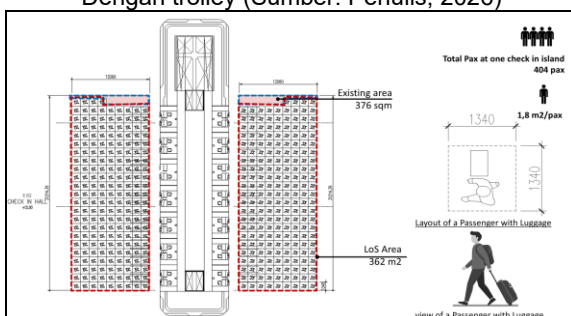
Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sebagian besar fasilitas utama terminal memiliki kapasitas spasial yang relatif memadai, namun performa pelayanan antar fasilitas menunjukkan karakteristik yang berbeda. Pada area check-in hall, kebutuhan ruang antrian masih dapat diakomodasi oleh luasan eksisting sebesar 4.512 m<sup>2</sup>. Simulasi beban puncak 100% konvensional menghasilkan kebutuhan area sebesar 4.356,2 m<sup>2</sup> dengan rasio pelayanan 1,86 m<sup>2</sup>/pax sehingga masih berada pada kategori *optimum*. Akan tetapi, aspek temporal menunjukkan kondisi *sub-optimum* dengan waktu tunggu mencapai 29 menit akibat tingginya tekanan operasional pada counter konvensional. Temuan ini menunjukkan bahwa permasalahan utama check-in hall lebih dipengaruhi oleh kapasitas pelayanan aktif dibandingkan keterbatasan ruang.



Gambar 14. Simulasi Luasan Area Antrian Check in Hall (Sumber: Penulis, 2026)



Gambar 15. Simulasi Skema Antrian Check in Hall Dengan trolley (Sumber: Penulis, 2026)

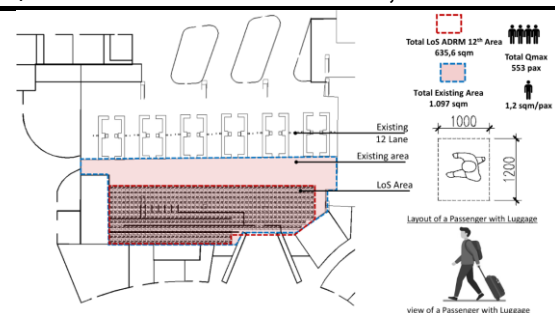


Gambar 16. Simulasi Skema Antrian Check in Hall Dengan Koper (Sumber: Penulis, 2026)

Pada area Security Check Point (SCP), hasil evaluasi memperlihatkan adanya ketidakseimbangan distribusi kapasitas antara sektor domestik dan internasional. Area domestik membutuhkan 15 jalur pemeriksaan untuk melayani 3.869 pax/jam, sedangkan kondisi eksisting hanya tersedia 12 jalur. Sebaliknya, sektor internasional menunjukkan surplus kapasitas terhadap demand aktual. Meskipun demikian, secara spasial kedua area masih berada pada kategori *optimum* hingga *over-design* dengan rasio ruang masing-masing sebesar 2,42 m<sup>2</sup>/pax dan 3, 1 m<sup>2</sup>/pax. Hal ini menunjukkan bahwa tekanan pelayanan SCP domestik lebih disebabkan oleh keterbatasan jumlah lane dibandingkan keterbatasan luasan ruang.

Tabel 8. Evaluasi Kebutuhan Ruang Area Security Check Point Domestik (Source: Penulis, 2026)

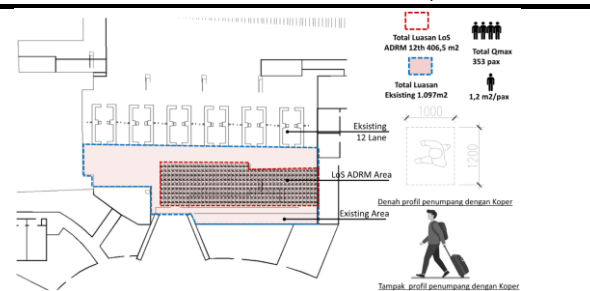
Type	Acronym	Description	unit
Input	PT	16	second
Input	Delta t	60	menit
Input	MQT	10	menit
Input	Demand	3869	pax/hour
Input	SP	1,2	m <sup>2</sup> /pax
Output	SEC	15	Lane
Output	Qmax	553	pax
Output	A	635,6	m <sup>2</sup>



Gambar 16 Simulasi Area Antrian SCP Domestik Terminal 3 Soetta (Sumber: Analisis Penulis)

Tabel 9. Evaluasi Kebutuhan Ruang Area Security Check Point Internasional (Sumber: Penulis, 2026)

Type	Acronym	Description	unit
Input	PT	16	second
Input	Delta t	60	menit
Input	MQT	10	menit
Input	Demand	2473	pax/hour
Input	SP	1,2	m <sup>2</sup> /pax
Output	SEC	9	Lane
Output	Qmax	353	pax
Output	A	406,3	m <sup>2</sup>

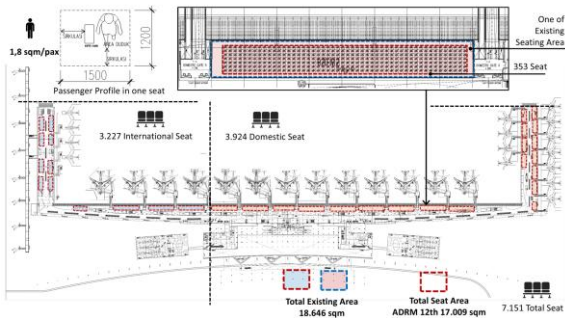


Gambar 17. Simulasi Area Antrian Internasional Terminal 3 Soetta (Sumber: Analisis Penulis)

Evaluasi boarding lounge menunjukkan bahwa area ini memiliki performa pelayanan yang relatif paling stabil dibandingkan fasilitas keberangkatan lainnya. Berdasarkan utilisasi parking stand aktif dan parameter ADRM, diperoleh kebutuhan area sebesar 17.009,22 m<sup>2</sup> dengan kebutuhan kursi sebanyak 7.151 seat. Dengan luasan eksisting sebesar 18.646 m<sup>2</sup>, boarding lounge masih berada pada kategori *optimum* dengan rasio ruang sekitar 1,8 m<sup>2</sup>/pax. Secara spasial, kondisi ini mengindikasikan bahwa kapasitas ruang tunggu masih mampu mengakomodasi beban penumpang pada kondisi sibuk.

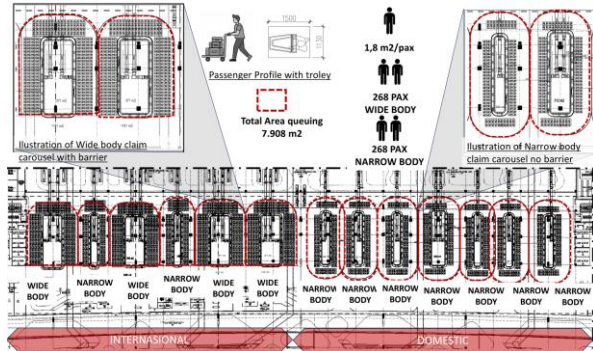
**Tabel 10. Evaluasi Kebutuhan Boarding Lounge**  
(Source: Penulis, 2026)

Type	Acronym	Definition	unit
Input	Demand	10216	pax/hour
Input	SPS	1,8	m2
Input	SPST	1,35	m2
Input	SR	70	%
Output	<b>A</b>	<b>17009,22</b>	<b>m2</b>
Output	<b>#Seats</b>	<b>7151</b>	<b>Seat</b>



**Gambar 18. Simulasi Salah Satu Area Seating Lounge**(Sumber: Penulis, 2026)

Pada area kedatangan, evaluasi baggage claim hall menunjukkan karakteristik yang berbeda dibanding fasilitas lainnya. Secara operasional, jumlah unit baggage claim eksisting masih mampu melayani demand aktual meskipun lebih rendah dibanding kebutuhan teoritis ADRM. Namun demikian, rasio ruang efektif hanya mencapai 1,37 m<sup>2</sup>/pax sehingga berada pada kategori *sub-optimum*. Kondisi ini dipengaruhi oleh tingginya akumulasi penumpang pada area pengambilan bagasi serta berkurangnya luasan efektif akibat pemasangan barrier sirkulasi. Temuan ini memperlihatkan bahwa bottleneck pada area kedatangan lebih dipengaruhi oleh konsentrasi penumpang pada ruang konvergensi dibandingkan kapasitas alat semata.



**Gambar 19. Simulasi Densitas Area Baggage Claim Hall**(Sumber: Penulis, 2026)

Berbeda dengan baggage claim hall, arrival hall menunjukkan kondisi *over-design* dengan rasio ruang sebesar 2,10 m<sup>2</sup>/pax. Luasan eksisting yang mencapai 21.180 m<sup>2</sup> mampu mengakomodasi pergerakan penumpang dan penjemput tanpa menimbulkan kepadatan signifikan. Kondisi ini menunjukkan bahwa ruang transisi pada area kedatangan dirancang dengan kapasitas yang jauh lebih besar dibanding kebutuhan aktual operasional.

**Tabel 11. Evaluasi Rekapitulasi Hasil Evaluasi Level of Service** (Source: Penulis, 2026)

Fasilitas	Demand	Luas Eksisting	Standar ADRM	Hasil LoS
Check-in Hall	7.515 pax/jam	4.512 m <sup>2</sup>	1,8 m <sup>2</sup> /pax	Optimum (spasial), Sub-optimum (waktu)
SCP Domestik	3.869 pax/jam	1.097 m <sup>2</sup>	1,2 m <sup>2</sup> /pax	Optimum
Boarding Lounge	10.216 pax/jam	18.646 m <sup>2</sup>	1,8 m <sup>2</sup> /pax	Optimum
Baggage Claim	8.222 pax/jam	7.908 m <sup>2</sup>	1,5–1,7 m <sup>2</sup> /pax	Sub-optimum
Arrival Hall	10.072 pax	21.180 m <sup>2</sup>	1–1,5 m <sup>2</sup> /pax	Over-design

Secara keseluruhan, evaluasi LoS menunjukkan bahwa Terminal 3 memiliki kecenderungan kapasitas spasial yang besar pada sebagian besar fasilitas utama, terutama pada arrival hall, boarding lounge, dan area internasional. Namun demikian, beberapa fasilitas dengan intensitas pemrosesan tinggi seperti check-in counter dan baggage claim hall masih menunjukkan tekanan operasional pada jam sibuk. Hasil ini memperlihatkan bahwa performa pelayanan terminal tidak hanya ditentukan oleh besarnya luasan ruang, tetapi juga oleh sinkronisasi kapasitas pemrosesan, distribusi arus penumpang, dan efisiensi operasional fasilitas sesuai pendekatan ADRM 12th Edition (IATA, 2022).

**Hubungan Konfigurasi Spasial terhadap Level of Service (LoS)**

Analisis hubungan antara konfigurasi spasial dan Level of Service (LoS) dilakukan dengan mengintegrasikan hasil *Space Syntax* menggunakan metode *Visibility Graph Analysis* (VGA) dan evaluasi LoS berdasarkan *Airport Development Reference Manual* (ADRM) 12th Edition. Parameter spasial yang digunakan meliputi nilai *integration*, *connectivity*, dan *intelligibility*, sedangkan evaluasi LoS difokuskan pada kapasitas ruang dan performa operasional fasilitas terminal.

**Tabel 12. Sintesis Hubungan Space Syntax dan Level of Service Terminal 3 Domestik** (Source: Penulis, 2026)

Area	Karakter Space Syntax	Hasil LoS	Sintesis Temuan
Check-in Hall	Integration dan intelligibility tinggi pada koridor utama	LoS ruang optimum, waktu tunggu sub-optimum	Integrasi tinggi mendukung distribusi dan orientasi penumpang, namun terjadi bottleneck akibat tingginya

			demand pemrosesan
<b>Security Check Point</b>	Area transisi dengan integration tinggi	Optimum	Struktur ruang membantu distribusi antrean lebih terarah dan mudah dipahami pengguna
<b>Boarding Lounge</b>	Pola linear dengan connectivity tinggi	Optimum	Konfigurasi linear mendukung movement efficiency dan distribusi arus penumpang yang lebih merata
<b>Baggage Claim Hall</b>	Integration terpusat dengan intelligibility moderat	Sub-optimum	Pola konvergen efektif mengarahkan penumpang, namun meningkatkan akumulasi kepadatan pada area pengambilan bagasi
<b>Arrival Hall</b>	Integration tinggi menuju exit hall	Over-design	Luasan ruang besar mampu mendispersikan arus penumpang secara efektif

Hasil analisis menunjukkan bahwa area dengan nilai integration dan connectivity tinggi cenderung berperan sebagai pusat distribusi pergerakan penumpang (*movement core*) (Hillier & Hanson, 1984). Pada Terminal 3 domestik, pola tersebut terlihat pada koridor utama keberangkatan dan kedatangan yang membentuk sistem sirkulasi linear dan mudah terbaca.

Area check-in hall memiliki tingkat integrasi dan intelligibility yang relatif tinggi sehingga mendukung orientasi dan distribusi arus penumpang menuju Security Check Point (SCP). Namun, hasil LoS menunjukkan masih terjadinya tekanan operasional berupa waktu tunggu yang tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa integrasi spasial yang baik belum tentu menghasilkan performa pelayanan optimum apabila kapasitas fasilitas pemrosesan belum memadai.

Sebaliknya, boarding lounge menunjukkan hubungan yang lebih seimbang antara konfigurasi spasial dan LoS. Struktur koridor linear dengan connectivity tinggi memungkinkan distribusi penumpang berlangsung lebih merata sehingga tingkat pelayanan tetap berada pada kategori optimum. Kondisi ini menunjukkan bahwa konfigurasi ruang linear mendukung movement efficiency dan meminimalkan hambatan orientasi pengguna.

Pada baggage claim hall, pola integration yang terpusat efektif dalam mengarahkan penumpang menuju area pengambilan bagasi dan exit hall, namun sekaligus menyebabkan konsentrasi kepadatan pada satu zona sehingga menghasilkan kondisi LoS sub-optimum. Sementara itu, arrival hall menunjukkan kondisi over-design karena kapasitas ruang yang besar mampu mendispersikan arus penumpang dengan lebih baik.

Secara keseluruhan, hasil sintesis menunjukkan bahwa konfigurasi spasial berpengaruh terhadap

distribusi arus dan performa pelayanan ruang terminal. Tingginya nilai integration dan intelligibility mampu meningkatkan efisiensi sirkulasi dan keterbacaan ruang, namun kualitas Level of Service tetap dipengaruhi oleh kapasitas fasilitas, distribusi demand, dan karakteristik operasional pada masing-masing area terminal.

## KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa konfigurasi spasial Terminal 3 Domestik Bandara Internasional Soekarno–Hatta memiliki struktur sirkulasi yang kuat dan mudah terbaca melalui pola integrasi linier pada koridor utama keberangkatan dan kedatangan. Hasil *Space Syntax* menunjukkan bahwa area dengan nilai *integration* dan *connectivity* tinggi berperan sebagai pusat distribusi pergerakan penumpang (*movement core*), sehingga mendukung efisiensi orientasi dan kelancaran alur sirkulasi terminal.

Namun, hasil evaluasi *Level of Service* (LoS) menunjukkan bahwa kualitas konfigurasi ruang tidak selalu sejalan dengan performa operasional fasilitas. Area check-in hall dan baggage claim hall masih mengalami tekanan pelayanan pada jam sibuk akibat tingginya konsentrasi pergerakan dan kapasitas pemrosesan yang terbatas, sementara boarding lounge menunjukkan performa yang lebih stabil karena didukung pola sirkulasi linear yang mampu mendistribusikan arus penumpang secara lebih merata.

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa konfigurasi spasial berpengaruh terhadap distribusi arus dan performa pelayanan terminal, namun efektivitas *Level of Service* tetap dipengaruhi oleh kapasitas operasional dan karakteristik demand pada setiap area terminal. Pendekatan integrasi antara *Space Syntax* dan evaluasi LoS dapat menjadi dasar dalam pengembangan terminal bandara yang lebih efisien dan responsif terhadap pertumbuhan penumpang.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua dosen pembimbing atas arahan, bimbingan, dukungan, serta masukan yang diberikan selama proses penyusunan penelitian ini. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada InJourney Airports, khususnya Divisi Data Management CGK, Divisi Building Terminal 3, serta Regional Human Capital Solution & Business Support atas bantuan, dukungan, serta penyediaan data dan informasi yang diperlukan dalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arthur, P., & Passini, R. (1992). *Wayfinding: People, signs, and architecture*. New York: McGraw-Hill.
- Ashford, N., Stanton, H. P. M., Moore, C. A., Coutu, P., & Beasley, J. R. (2013). *Airport operations* (3rd ed.). New York: McGraw-Hill Education.

- de Neufville, R., & Odoni, A. (2013). *Airport systems: Planning, design, and management* (2nd ed.). New York: McGraw-Hill Education.
- Golledge, R. G. (1999). *Wayfinding behavior: Cognitive mapping and other spatial processes*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Groat, L., & Wang, D. (2013). *Architectural research methods* (2nd ed.). Hoboken: Wiley.
- Hillier, B. (1996). *Space is the machine: A configurational theory of architecture*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hillier, B., & Hanson, J. (1984). *The social logic of space*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Horonjeff, R., McKelvey, F. X., Sproule, W. J., & Young, S. B. (2010). *Planning and design of airports* (5th ed.). New York: McGraw-Hill Education.
- Lawson, B. (2001). *The language of space*. Oxford: Architectural Press.
- Hantari, A. N., & Ikaputra. (2020). The role of spatial configuration in wayfinding behavior at Yogyakarta International Airport. *International Journal of Built Environment and Sustainability*, 7(4), 89–98.
- Hillier, B., Penn, A., Hanson, J., Grajewski, T., & Xu, J. (1993). Natural movement: Or configuration and attraction in urban pedestrian movement. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 20, 29–66.
- Hoeven, F. van, & van Nes, A. (2014). Improving the design of urban underground space in metro stations using space syntax methodology. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 40, 64–74.
- Kalakou, S., & Moura, F. (2014). Modelling passengers' interactions and behavior in airport terminal buildings. *Transportation Research Procedia*, 3, 509–518.
- Lee, S., & Seo, K. W. (2013). Combining space syntax with GIS-based built environment measures in pedestrian walking activity. Dalam *Proceedings of the Ninth International Space Syntax Symposium*. Seoul: Sejong University.
- Mazareno, D. (2023). Analysis of walking distance efficiency and passenger circulation in Soekarno–Hatta Terminal 3 Airport. *Journal of Infrastructure and Public Transportation*, 7(1), 42–53.
- Penn, A. (2003). Space syntax and spatial cognition. *Environment and Behavior*, 35, 30–65.
- Syahrial, R., & Nusraningrum, D. (2022). Sustainability commitment at Soekarno–Hatta Airport through environmentally friendly technology. *Journal of Environmental Management and Technology*, 9(4), 89–102.
- Turner, A. (2007). To move through space: Lines of vision and movement. Dalam *Proceedings of the Sixth International Space Syntax Symposium*. Istanbul: ITU.
- Ueno, J., Nakazawa, A., & Kishimoto, T. (2009). Analysis of pedestrian movement in multilevel complex using space syntax theory: The case of Shibuya Station. Dalam *Proceedings of the Seventh International Space Syntax Symposium*. Stockholm: KTH Royal Institute of Technology.
- International Air Transport Association (IATA). (2022). *Airport development reference manual* (12th ed.). Montreal: IATA.
- International Organization for Standardization. (2019). *ISO 9241-210:2019 ergonomics of human-system interaction—Human-centred design*. Geneva: ISO.
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2023). *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 41 Tahun 2023 tentang standar pelayanan penumpang bandar udara*. Jakarta: Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2024). *Statistik transportasi udara nasional 2023/2024*. Jakarta: Badan Kebijakan Transportasi Udara.
- PT Angkasa Pura II (InJourney Airports). (2024). *Annual report 2023: Terminal 3 transformation program*. Jakarta: PT Angkasa Pura II.