

Artikel

Transportasi Udara Sebagai Penghubung Antarwilayah: Indeks Konektivitas Provinsi di Indonesia (2010–2022)

Dian Hikmahtullah^{1*}, Bambang Juanda², Ernani Rustiadi³ dan Khursatul Munibah⁴

^{1,2} Fakultas Ekonomi dan Manajemen, IPB University

^{3,4} Fakultas Pertanian, IPB University

Korespondensi: * dian.hikmahtullah@apps.ipb.ac.id



<https://doi.org/10.47266/bwp.v9i1.424> | halaman: 190 - 209

Abstrak

Transportasi udara merupakan komponen strategis dalam integrasi spasial dan pembangunan wilayah, terutama di negara kepulauan seperti Indonesia. Namun demikian, pengukuran konektivitas udara antarprovinsi hingga kini masih didominasi oleh indikator agregat, seperti jumlah rute, penumpang, dan kapasitas kursi, yang belum sepenuhnya menangkap struktur dan kualitas keterhubungan spasial. Penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan menyusun indeks konektivitas udara antarprovinsi berbasis jaringan inbound selama periode 2010–2022.

Studi ini menggunakan data kedatangan penumpang penerbangan domestik pada 45 bandara amatan di 33 provinsi untuk membangun jaringan penerbangan terarah yang merepresentasikan provinsi sebagai tujuan mobilitas udara. Tingkat konektivitas dianalisis menggunakan tiga ukuran sentralitas jaringan, yaitu sentralitas derajat, sentralitas kedekatan, dan sentralitas eigenvektor, yang masing-masing mencerminkan keterhubungan langsung, efisiensi akses, dan pengaruh struktural suatu provinsi dalam jaringan nasional.

Hasil analisis menunjukkan adanya konsentrasi konektivitas yang persisten di Pulau Jawa, dengan Jawa Timur, D.I. Yogyakarta, dan DKI Jakarta menempati posisi paling sentral sepanjang periode pengamatan. Sebaliknya, sebagian besar provinsi di Sumatera dan kawasan timur Indonesia menunjukkan tingkat konektivitas yang lebih rendah dan cenderung stagnan. Pandemi COVID-19 menjadi titik balik penting yang memperkuat konsolidasi jaringan pada simpul utama dan memperlebar kerentanan wilayah perifer, dengan pemulihan pascapandemi yang belum merata hingga 2022.

Penelitian ini menegaskan bahwa konektivitas udara merupakan bentuk modal spasial yang berpengaruh terhadap aksesibilitas dan potensi ekonomi wilayah. Indeks konektivitas udara inbound yang dikembangkan dapat dimanfaatkan sebagai instrumen diagnostik dalam perencanaan transportasi dan pembangunan wilayah berbasis bukti, khususnya untuk mengidentifikasi keterisolasian spasial dan merancang kebijakan konektivitas yang lebih inklusif dan berkeadilan.

Kata Kunci: konektivitas udara; jaringan penerbangan inbound; sentralitas; pembangunan wilayah; transportasi domestik.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International \(CC BY-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

I. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Pembangunan wilayah merupakan suatu proses multidimensional yang tidak hanya mengacu pada pertumbuhan ekonomi, tetapi juga mencakup perubahan sosial, struktural, dan kelembagaan yang bertujuan meningkatkan kualitas hidup masyarakat. Menurut Rustiadi *et al.* (2011), pembangunan harus dilakukan secara sistematis dengan memanfaatkan sumber daya secara optimal, memperkuat kelembagaan, dan menerapkan perencanaan spasial yang berkelanjutan. Dalam kerangka ini, pembangunan wilayah tidak hanya berfokus pada aspek ekonomi semata, tetapi juga mempertimbangkan keterkaitan antar sektor dan antar wilayah guna menciptakan pemerataan dan keseimbangan.

Todaro dan Smith (2015) memperluas pengertian pembangunan dengan menekankan bahwa pembangunan ekonomi merupakan proses transformasi struktural dari ekonomi tradisional menuju ekonomi modern. Proses ini melibatkan peningkatan produktivitas, diversifikasi sektor ekonomi, dan perbaikan distribusi pendapatan, serta koordinasi kelembagaan untuk mengatasi kegagalan pasar. Salah satu indikator utama keberhasilan pembangunan adalah pertumbuhan ekonomi, yang mencerminkan peningkatan kapasitas produksi dan output nasional. Dalam konteks ini, pertumbuhan ekonomi tidak hanya diukur dari kenaikan Produk Domestik Bruto (PDB), tetapi juga dari kemampuan suatu negara atau wilayah dalam menghasilkan barang dan jasa secara berkelanjutan. Todaro dan Smith (2015) mengidentifikasi tiga komponen utama pendorong pertumbuhan ekonomi: akumulasi modal (baik fisik maupun sumber daya manusia), pertumbuhan penduduk dan angkatan kerja, serta kemajuan teknologi. Ketiganya saling berinteraksi dan berkontribusi dalam membentuk fondasi transformasi ekonomi yang berkelanjutan. Infrastruktur seperti bandar udara memainkan peran strategis dalam mendukung ketiga komponen tersebut melalui peningkatan konektivitas, mobilitas tenaga kerja, serta fasilitasi transfer teknologi dan perdagangan.

Dalam konteks Indonesia sebagai negara kepulauan, pembangunan infrastruktur transportasi udara menjadi krusial untuk mempercepat pertumbuhan ekonomi wilayah. Studi oleh Kameswara (2017) menunjukkan bahwa keberadaan bandar udara memengaruhi kondisi ekonomi regional, tergantung pada skala pelayanan, kelas, dan lokasi geografisnya. Data Badan Pusat Statistik (2023) mendukung temuan tersebut dengan menunjukkan tren peningkatan aktivitas transportasi udara di 38 provinsi. Penelitian oleh Aunurrofik (2018) bahkan mencatat bahwa jumlah penerbangan, penumpang, dan volume kargo berdampak positif dan signifikan terhadap pendapatan regional per kapita, dengan efek kargo tercatat paling kuat.

Lebih lanjut, tingkat konektivitas udara telah diidentifikasi sebagai faktor penting dalam mendorong pertumbuhan ekonomi, baik melalui peningkatan produktivitas maupun perluasan akses pasar. Menurut laporan IATA (2020), peningkatan konektivitas udara sebesar 10% dapat menghasilkan tambahan 0,5% terhadap PDB per kapita suatu negara. Bannò dan Redondi (2014) menunjukkan bahwa pembukaan rute baru secara signifikan meningkatkan investasi asing langsung (FDI) sebesar 33,7% dalam dua tahun setelah koneksi dibuka. Studi lain oleh Castro dan Fontoura (2021) menegaskan bahwa *hub connectivity* memiliki korelasi yang lebih kuat terhadap variabel ekonomi seperti ekspor, impor, dan pariwisata dibandingkan dengan sekadar jumlah penerbangan. Temuan-temuan ini menunjukkan bahwa bukan hanya keberadaan bandar udara yang penting, tetapi juga kualitas dan intensitas konektivitas yang ditawarkan.

1.2. Rumusan Masalah

Selama periode 2015 hingga 2022, sektor penerbangan domestik Indonesia mengalami

dinamika yang mencerminkan ekspansi jaringan udara, penyesuaian kapasitas, dan dampak signifikan dari pandemi global. Berdasarkan Statistik Angkutan Udara yang diterbitkan oleh Direktorat Jenderal Perhubungan Udara Kementerian Perhubungan RI, jumlah rute penerbangan domestik meningkat dari 283 rute pada tahun 2015 menjadi 444 rute pada tahun 2019, mencerminkan pertumbuhan konektivitas antarwilayah. Namun, pandemi COVID-19 menyebabkan penurunan jumlah rute menjadi 410 pada 2020, 378 pada 2021, dan kembali ke 374 pada 2022, menunjukkan proses penyesuaian operasional maskapai dan regulasi transportasi udara (Kementerian Perhubungan RI, 2020a, 2023).

Kapasitas angkutan udara domestik, yang diukur dari jumlah kursi sesuai izin, juga mengalami fluktuasi. Pada tahun 2015, kapasitas mencapai 126,2 juta kursi, meningkat menjadi 129,6 juta pada 2016, dan melonjak ke 145,6 juta pada 2017. Angka ini terus naik menjadi 147,4 juta pada 2018, namun menurun menjadi 141,3 juta pada 2019. Meskipun sempat naik menjadi 148,6 juta kursi pada 2020, kapasitas kembali turun menjadi 145,5 juta pada 2021 dan 126,4 juta pada 2022, mencerminkan penyesuaian terhadap permintaan dan efisiensi operasional. Lalu lintas penumpang domestik menunjukkan tren yang serupa. Pada tahun 2015, jumlah penumpang mencapai 76,6 juta orang, meningkat menjadi 89,4 juta pada 2016, lalu 96,9 juta pada 2017, dan mencapai puncaknya di 102 juta pada 2018. Namun, angka ini menurun menjadi 79,5 juta pada 2019, dan terdampak drastis oleh pandemi dengan hanya 35,4 juta penumpang pada 2020 dan 33,4 juta pada 2021. Pemulihan mulai terlihat pada tahun 2022, dengan jumlah penumpang meningkat menjadi 56,4 juta orang, menandakan kembalinya kepercayaan masyarakat terhadap transportasi udara (Kementerian Perhubungan RI, 2020a, 2023).

Sektor penerbangan domestik Indonesia telah menunjukkan tren pertumbuhan dan pemulihan selama dekade terakhir, mencerminkan peningkatan mobilitas, kapasitas angkutan, dan perluasan jaringan rute antar wilayah. Namun, pengukuran yang sistematis dan terstandarisasi mengenai tingkat konektivitas udara antar provinsi masih belum tersedia. Sebagian besar publikasi resmi dan penelitian hanya menyajikan data agregat mengenai jumlah rute, kapasitas kursi, dan volume penumpang, tanpa mengevaluasi secara komprehensif sejauh mana konektivitas spasial antardaerah tercipta. Padahal, tingkat konektivitas udara berimplikasi langsung terhadap efisiensi logistik, mobilitas tenaga kerja, akses pasar, serta distribusi investasi dan pertumbuhan ekonomi wilayah.

Mengetahui tingkat konektivitas udara secara kuantitatif menjadi krusial dalam konteks perencanaan dan pengembangan wilayah yang berbasis bukti. Indeks konektivitas udara dapat berfungsi sebagai alat evaluasi kebijakan transportasi dan pembangunan ekonomi regional, membantu mengidentifikasi ketimpangan antar provinsi serta wilayah yang mengalami keterisolasian relatif dari jaringan udara nasional. Tingkat konektivitas yang rendah berpotensi membatasi akses terhadap pasar, pendidikan, layanan kesehatan, dan peluang ekonomi, sehingga menambah disparitas pembangunan antar daerah.

Kajian akademik yang secara eksplisit mengukur indeks konektivitas udara di Indonesia masih sangat terbatas. Penelitian oleh Gunawan dan Medianto (2017) menggunakan pendekatan kapasitas kursi dan volume penumpang untuk mengukur konektivitas jaringan bandara nasional, sedangkan Kharismawaty (2020) dan (Widyaswari & Ahyudanari, 2021) mengadaptasi pendekatan graf untuk menilai keterhubungan antar bandara ibukota provinsi. Selain itu, studi yang ada masih terbatas pada simpul bandara utama dan menggunakan teori graf dasar. Oleh karena itu, penelitian ini berupaya untuk menganalisis tingkat konektivitas udara antar provinsi di Indonesia menggunakan pendekatan yang mampu mengidentifikasi simpul-simpul strategis dan memahami struktur sistem transportasi secara menyeluruh. Jawaban dari rumusan masalah penelitian ini diharapkan bisa bermanfaat sebagai dasar untuk pengembangan kebijakan

transportasi udara yang mampu mendukung pembangunan wilayah provinsi di Indonesia.

1.3. Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini difokuskan pada analisis indeks konektivitas udara antar provinsi di Indonesia, dengan cakupan wilayah terbatas pada provinsi yang memiliki bandara yang melayani total lalu lintas penumpang penerbangan domestik ≥ 500.000 orang per tahun. Batasan tersebut mengacu pada klasifikasi bandara pengumpul sebagaimana ditetapkan dalam Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 39 Tahun 2019 tentang Tatanan Kebandarudaraan Nasional, yang mendefinisikan bandara pengumpul sebagai simpul utama transportasi udara regional dengan volume lalu lintas penumpang yang signifikan (skala pelayanan penumpang minimal 500.000 orang per tahun). Penekanan pada provinsi dengan bandara berskala pelayanan penumpang tersentu ini didasarkan pada pertimbangan strategis bahwa bandara dengan kapasitas angkutan tinggi memiliki peran sentral dalam sistem konektivitas nasional, termasuk sebagai titik transit, distribusi logistik, dan pintu gerbang mobilitas penduduk antar wilayah. Secara ekonomi, keberadaan bandara ini berkontribusi terhadap integrasi pasar, percepatan arus barang dan jasa, serta potensi peningkatan investasi dan pariwisata regional. Oleh karena itu, penghitungan indeks konektivitas udara pada provinsi-provinsi yang memiliki bandara dengan skala pelayanan penumpang sebagaimana ditetapkan ini diharapkan dapat mencerminkan kualitas konektivitas yang relevan secara ekonomi dan spasial, serta memberikan dasar yang kuat dalam mengevaluasi ketimpangan dan potensi pengembangan jaringan transportasi udara domestik Indonesia.

1.4. Kerangka Pemikiran

Pembangunan wilayah tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan sumber daya lokal, tetapi juga oleh tingkat keterhubungan suatu wilayah dalam sistem jaringan transportasi, khususnya konektivitas udara. Di negara kepulauan seperti Indonesia, konektivitas udara memainkan peran sentral dalam mempercepat pergerakan manusia, barang, dan informasi antarwilayah, serta memfasilitasi integrasi spasial dan ekonomi nasional. Tingkat keterhubungan tersebut dapat diukur melalui indeks konektivitas udara yang mencerminkan posisi strategis suatu wilayah dalam jaringan penerbangan domestik, baik dari segi frekuensi, aksesibilitas langsung, maupun peran topologis dalam struktur jaringan (Burghouwt & Redondi, 2013).

Indeks konektivitas udara memiliki nilai strategis dalam perencanaan pembangunan karena secara langsung maupun tidak langsung memengaruhi distribusi aktivitas ekonomi baru, mobilitas tenaga kerja, akses terhadap layanan publik, serta pengembangan sektor pariwisata dan logistik darurat (Button & Taylor, 2000; Graham & Guyer, 2000). Wilayah yang memiliki konektivitas udara tinggi cenderung lebih kompetitif dalam menarik investasi dan menjadi pusat pertumbuhan ekonomi baru, sementara daerah dengan konektivitas rendah berisiko mengalami eksklusi spasial dan stagnasi ekonomi (Bannò & Redondi, 2014; Giannakis & Papadas, 2021; IATA, 2020a; Lenaerts et al., 2021). Oleh karena itu, pengukuran indeks konektivitas udara tidak hanya bersifat deskriptif, tetapi juga dapat digunakan sebagai alat diagnostik dalam merumuskan kebijakan transportasi dan pembangunan wilayah yang berbasis bukti (*evidence-based policy*), termasuk untuk mendeteksi ketimpangan akses, merancang intervensi infrastruktur, dan mengevaluasi efektivitas program subsidi konektivitas atau rute perintis (Neal, 2012).

Dengan mengintegrasikan pendekatan jaringan dan perspektif spasial, analisis terhadap indeks konektivitas udara berkontribusi dalam membentuk pemahaman yang lebih utuh mengenai struktur konektivitas antarprovinsi di Indonesia. Pemahaman ini diharapkan dapat mendukung arah pembangunan wilayah yang lebih inklusif, terintegrasi, dan resilien, terutama dalam menghadapi tantangan ketimpangan regional dan tekanan global terhadap sistem

transportasi. Gambar 1 menunjukkan alur keterkaitan antara pengukuran indeks konektivitas udara dengan pertumbuhan ekonomi wilayah dan perumusan kebijakan transportasi. Indeks ini menjadi instrumen strategis untuk mengidentifikasi posisi spasial suatu wilayah dalam jaringan penerbangan domestik, yang pada akhirnya berkontribusi pada pembangunan wilayah secara menyeluruh.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran Hubungan Tingkat Konektivitas Udara dan Pembangunan Wilayah

II. Metode

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang bersumber dari instansi terkait, terutama dari Kementerian Perhubungan RI dan Badan Pusat Statistik RI (BPS RI), dengan fokus kajian penelitian ini adalah 45 bandara amatan yang tersebar di 33 provinsi di Indonesia. Rentang waktu data yang digunakan adalah 13 tahun terakhir yaitu periode 2010 - 2022. Analisis tingkat konektivitas udara provinsi di Indonesia pada penelitian ini menggunakan data rute penerbangan domestik antarbandara amatan yang diperoleh dari variabel terkait aktivitas bandara, yang diproksi menggunakan variabel total kedatangan penumpang di masing-masing provinsi. Variabel ini diperoleh dari data lalu lintas penumpang penerbangan dalam negeri menurut bandara asal dan tujuan pada publikasi Statistik Transportasi Udara yang diterbitkan BPS RI. Penggunaan data lalu lintas penumpang untuk menjelaskan variabel aktivitas bandara didasarkan oleh penelitian terkait bandara dan pembangunan ekonomi, seperti Green (2007) dan Chen *et al.* (2021).

Total kedatangan penumpang yang digunakan dalam studi ini merujuk pada kedatangan di setiap bandara yang diamati, khususnya untuk rute penerbangan yang mencatat setidaknya 2.000 penumpang per tahun per rute. Ambang batas ini berfungsi sebagai dasar untuk menentukan apakah dua provinsi dianggap terhubung, dengan asumsi bahwa rute tersebut menyiratkan setidaknya satu penerbangan mingguan antara provinsi-provinsi (Chen *et al.* 2021). Karena keterbatasan ketersediaan data, ambang batas 2.000 penumpang per tahun diadopsi sebagai titik referensi. Angka ini mewakili volume penumpang tahunan minimum yang biasanya dilayani oleh penerbangan domestik di Indonesia, dengan asumsi: (1) frekuensi penerbangan minimum sekali per minggu, (2) faktor beban rata-rata setidaknya 62% untuk dapat menghasilkan keuntungan bagi maskapai (IATA, 2020b), (3) kapasitas tempat duduk minimal pada penerbangan komersial domestik di Indonesia sekitar 70 penumpang (ATR, n.d.), karena tipe pesawat terkecil

yang digunakan pada penerbangan domestik di Indonesia adalah tipe ATR-62 (Kementerian Perhubungan RI, 2020b).

Analisis jaringan digunakan untuk mengevaluasi tingkat konektivitas udara antarprovinsi di Indonesia melalui tiga ukuran sentralitas, yaitu sentralitas derajat (*degree centrality*), sentralitas kedekatan (*closeness centrality*), dan sentralitas eigenvektor (*eigenvector centrality*). Ketiga ukuran ini dipilih karena masing-masing menawarkan perspektif yang berbeda dalam menilai posisi strategis suatu simpul (provinsi) dalam jaringan penerbangan domestik. Sentralitas derajat mengukur jumlah koneksi langsung suatu simpul, yang relevan untuk mengidentifikasi provinsi dengan keterhubungan langsung yang tinggi (M. E. J. Newman, 2010). Sentralitas kedekatan mengevaluasi rata-rata jarak terpendek dari suatu simpul ke seluruh simpul lain dalam jaringan, yang berguna untuk menilai efisiensi akses suatu simpul terhadap wilayah lain (Sabidussi, 1966). Sementara itu, sentralitas eigenvektor mempertimbangkan tidak hanya jumlah koneksi suatu simpul, tetapi juga pentingnya simpul-simpul yang terhubung dengannya, sehingga mencerminkan kekuatan struktural dalam jaringan (Bonacich, 1987).

Dalam penelitian ini, jaringan konektivitas udara provinsi dibangun berdasarkan data rute penerbangan domestik masuk (*inbound*) yang terhubung ke bandara amatan di masing-masing provinsi. Fokus pada rute *inbound* ini dipilih secara konseptual untuk merepresentasikan aksesibilitas suatu wilayah sebagai tujuan mobilitas udara, sesuai dengan tujuan utama penelitian, yaitu untuk bisa menganalisis pengaruh konektivitas penerbangan terhadap kinerja perekonomian provinsi sebagai wilayah penerima arus penumpang. Pendekatan ini didasarkan pada asumsi bahwa semakin banyak dan luas keterhubungan masuk ke suatu provinsi, semakin tinggi pula potensi dampak ekonomi yang ditimbulkan, baik melalui sektor pariwisata, perdagangan, jasa, maupun investasi. Penumpang yang masuk membawa potensi permintaan terhadap barang dan jasa lokal, yang dalam berbagai studi telah dikaitkan dengan pertumbuhan ekonomi wilayah (Gui et al., 2021; Law et al., 2022).

Karena pembatasan hanya pada rute kedatangan (*inbound*) ke masing-masing provinsi melalui bandara amatan dalam penelitian ini, tidak seluruh indeks sentralitas relevan secara teoretis dan metodologis untuk dianalisis. Salah satu indeks yang tidak digunakan dalam penelitian ini adalah sentralitas antara (*betweenness centrality*). Struktur jaringan yang bersifat satu arah ini secara konseptual bertujuan untuk menilai dampak dari keterhubungan masuk terhadap aktivitas ekonomi wilayah tujuan. Secara teoritis, sentralitas antara mengukur seberapa sering suatu simpul berperan sebagai penghubung atau titik transit dalam jalur terpendek antar simpul lain dalam jaringan. Namun, dalam konteks jaringan *inbound*, provinsi hanya berfungsi sebagai simpul tujuan, sementara struktur aliran dari simpul lain ke simpul lainnya melalui simpul amatan tidak direpresentasikan. Akibatnya, nilai sentralitas antara yang dihasilkan cenderung rendah, tidak stabil, atau bahkan tidak bermakna secara struktural, karena tidak menangkap peran transit yang menjadi dasar dari konsep sentralitas antara itu sendiri (M. Newman, 2010). Penggunaan indeks ini dalam jaringan satu arah *inbound* juga berisiko menghasilkan bias interpretatif, terutama bagi simpul besar seperti Bandara Soekarno-Hatta yang secara empiris berperan penting dalam sistem distribusi nasional, tetapi nilainya dalam jaringan *inbound* justru tampak marjinal.

Dengan demikian, untuk menjaga konsistensi logika jaringan dan relevansi substantif analisis, indeks sentralitas antara dikeluarkan dari kajian, dan fokus pengukuran sentralitas difokuskan pada indikator yang lebih sesuai dengan struktur jaringan yang digunakan, yaitu sentralitas derajat (*degree centrality*), sentralitas kedekatan (*closeness centrality*), dan sentralitas eigenvektor (*eigenvector centrality*). Keputusan ini sekaligus menghindari distorsi interpretasi dan mendukung validitas teoretis hasil analisis dalam menilai hubungan antara konektivitas

udara masuk dan perekonomian provinsi.

Dalam konteks jaringan penerbangan domestik yang dibangun berdasarkan rute kedatangan (*inbound*) ke masing-masing provinsi, penggunaan ketiga indeks sentralitas memiliki makna konseptual yang disesuaikan dengan arah aliran jaringan. Pertama, *degree centrality* dalam jaringan *inbound* merepresentasikan jumlah simpul (provinsi atau bandara asal) yang memiliki koneksi langsung ke simpul amatan. Semakin tinggi nilai *degree*, semakin besar pula keterpaparan provinsi terhadap arus masuk penumpang dari berbagai wilayah lain. Nilai ini berfungsi sebagai indikator dasar dari aksesibilitas langsung dan potensi masuknya aktivitas ekonomi eksternal seperti wisata, perdagangan, atau pergerakan tenaga kerja.

Kedua, *closeness centrality* mengukur seberapa dekat atau efisien suatu simpul dapat dijangkau dari simpul lainnya dalam jaringan. Dalam jaringan satu arah *inbound*, *closeness* menunjukkan kemudahan suatu provinsi diakses dari seluruh wilayah lain secara relatif. Nilai *closeness* yang tinggi menunjukkan bahwa provinsi tersebut memiliki posisi strategis dalam sistem jaringan sebagai tujuan yang dapat dicapai dengan lebih sedikit perantara atau waktu tempuh, yang relevan dalam menilai efisiensi logistik dan mobilitas masuk.

Terakhir, *eigenvector centrality* merefleksikan bukan hanya banyaknya koneksi yang dimiliki suatu simpul, tetapi juga kualitas simpul-simpul pengirimnya. Dalam jaringan *inbound*, provinsi yang menerima koneksi dari provinsi-provinsi yang juga sangat terkoneksi akan memiliki nilai eigenvektor yang tinggi. Ini mengindikasikan tingkat keterhubungan strategis dan prestise struktural dalam jaringan, yang penting untuk menilai tidak hanya kuantitas arus masuk, tetapi juga signifikansi posisi simpul dalam relasi antar wilayah. Ketiga indeks ini secara bersama-sama digunakan untuk membangun pemahaman komprehensif mengenai posisi fungsional suatu provinsi sebagai tujuan mobilitas udara dalam struktur konektivitas nasional.

Secara matematis, ketiga indeks tersebut sentralitas tersebut dirumuskan sebagai berikut:

1. Sentralitas derajat (*degree centrality*) untuk simpul i ,

$$C_D(i) = d_i \quad (1)$$

dimana $C_D(i)$ adalah Sentralitas derajat, dan d_i adalah jumlah simpul yang terhubung langsung ke simpul i (Wasserman & Faust, 1994).

2. Sentralitas kedekatan (*closeness centrality*),

$$C_C^{(i)} = \frac{1}{\sum_j d(i,j)} \quad (2)$$

dimana $CC(i)$ merupakan Sentralitas Kedekatan dan $d(i,j)$ adalah jarak terpendek antara simpul i dan j (Sabadussi, 1966).

3. Sentralitas eigenvektor dihitung sebagai nilai eigen dari matriks ketetanggaan A ,

$$A_x = \lambda_x \quad (3)$$

dimana A adalah Matriks ketetanggaan, dan x merupakan vektor sentralitas eigenvektor, dan λ adalah nilai eigen terbesar (Bonacich, 1987).

Seluruh indeks sentralitas dihitung menggunakan perangkat lunak **R** melalui paket **igraph**, yang menyediakan fungsi-fungsi terintegrasi seperti *degree()*, *closeness()*, dan *eigen_centrality()*

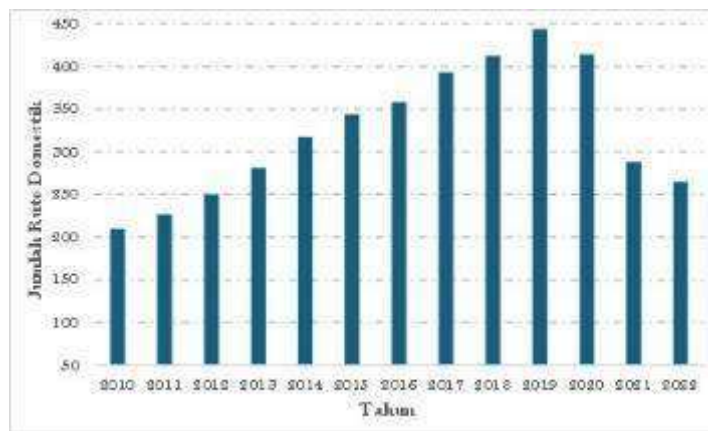
untuk memproses objek graf terarah maupun tak terarah. Jaringan konektivitas udara dibentuk berdasarkan data kedatangan penumpang ke bandara amatan di Indonesia yang telah diagregasi ke level provinsi, oleh karena itu objek graf pada penelitian ini merupakan objek graf terarah. Semua indeks sentralitas yang dihitung adalah dalam bentuk yang telah dinormalisasi. Penggunaan ketiga ukuran ini secara simultan memungkinkan analisis yang lebih komprehensif terhadap struktur konektivitas, dengan mengidentifikasi provinsi yang berperan sebagai pusat jaringan, penghubung transit, simpul dengan efisiensi akses tinggi, maupun simpul dengan pengaruh struktural dominan dalam sistem penerbangan nasional.

III. Hasil, Analisis, dan Pembahasan

Analisis pada penelitian ini khususnya dilakukan untuk tahun 2010, 2015, 2018, 2020, dan 2022. Tahun 2010 dan 2022 masing-masing merupakan periode awal dan akhir pengamatan. Sementara itu, tahun 2015 adalah saat aktivitas penerbangan domestik di Indonesia mulai mengalami peningkatan, dan mengalami puncaknya di tahun 2018 selama periode amatan. Analisis untuk tahun 2020 dilakukan karena aktivitas penerbangan domestik di Indonesia yang mengalami penurunan disebabkan pandemi.

3.1 Perkembangan Rute Penerbangan Domestik pada Bandara Amatan

Perkembangan jumlah rute penerbangan domestik yang dilayani oleh bandara-bandara amatan selama periode 2010 hingga 2022 menunjukkan dinamika yang merefleksikan siklus ekspansi dan kontraksi sektor transportasi udara nasional (Gambar 2). Sebagaimana tergambar dalam grafik, terjadi peningkatan yang konsisten dalam jumlah rute domestik dari sekitar 225 rute pada tahun 2010 menjadi lebih dari 425 rute pada tahun 2019. Fase ini mencerminkan periode pertumbuhan yang signifikan dalam konektivitas udara domestik, yang ditopang oleh pertumbuhan ekonomi nasional, meningkatnya mobilitas penduduk antarwilayah, serta investasi dalam pengembangan infrastruktur bandara dan liberalisasi kebijakan rute.

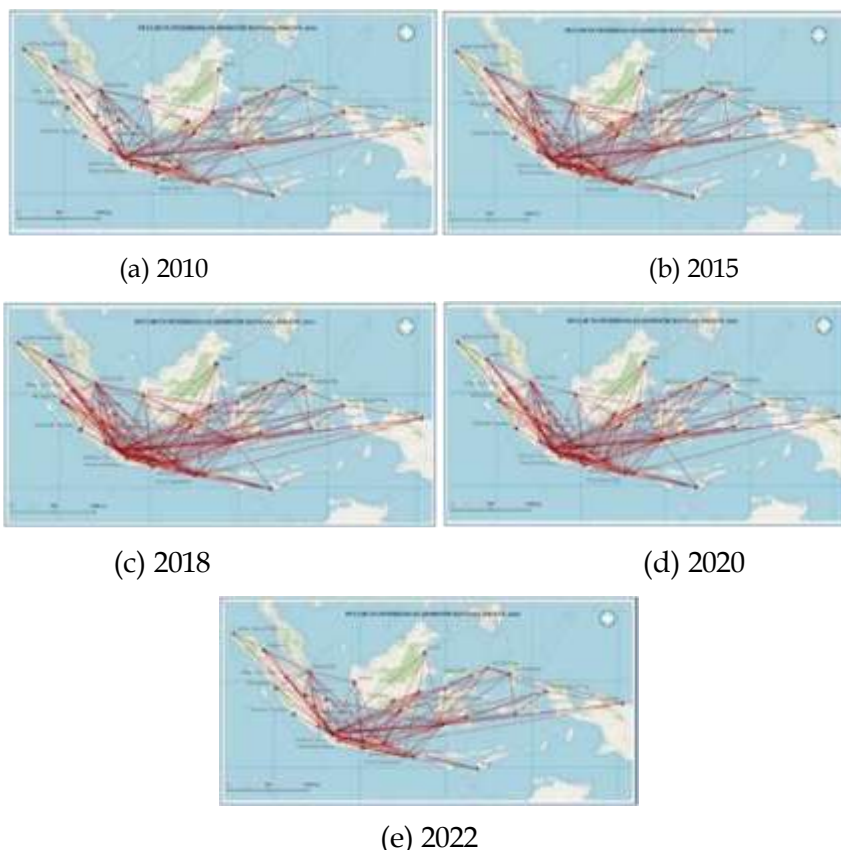


Gambar 2. Jumlah rute penerbangan domestik pada bandara amatan, 2010 – 2022

Namun demikian, sejak tahun 2020, tren tersebut mengalami pembalikan yang drastis sebagai dampak langsung dari pandemi COVID-19. Jumlah rute mengalami kontraksi signifikan pada tahun 2020 dan terus menurun hingga tahun 2022. Penurunan ini mencerminkan gangguan sistemik terhadap jaringan penerbangan domestik, termasuk pembatasan operasional, pengurangan kapasitas oleh maskapai, serta penyesuaian struktur rute yang mengarah pada konsentrasi konektivitas pada simpul- simpul utama (primary hubs), khususnya di Pulau Jawa.

Ketidakpulihan penuh hingga 2022 menunjukkan bahwa restrukturisasi jaringan udara domestik masih berlangsung dan belum menghasilkan keseimbangan konektivitas lintas wilayah yang merata.

Perubahan kuantitatif tersebut selaras dengan perubahan spasial rute penerbangan yang ditunjukkan dalam Gambar 3, yang menyajikan visualisasi jaringan rute domestik dari tahun 2010 hingga 2022. Pada periode 2010 hingga 2018, terlihat jelas adanya ekspansi jangkauan dan intensifikasi konektivitas pada sebagian besar bandara amatan, terutama pada bandara di wilayah Jawa Tengah, D.I. Yogyakarta, dan Jawa Timur. Simpul-simpul tersebut mulai menunjukkan karakteristik sebagai regional hubs dengan peningkatan koneksi langsung ke berbagai destinasi di luar pulau. Kondisi ini mengindikasikan pergeseran struktur jaringan dari model tersentralisasi menuju konfigurasi yang lebih tersebar secara regional (*polycentric network*), khususnya dalam konteks konektivitas domestik.



Gambar 3. Peta rute penerbangan pada bandara amatan

Namun, pada tahun 2020 terjadi penyusutan signifikan dalam jaringan rute, baik dari sisi jumlah simpul terhubung maupun sebaran spasialnya. Bandara-bandara kecil dan menengah di luar Pulau Jawa mengalami pengurangan koneksi, yang menunjukkan konsolidasi layanan penerbangan pada bandara-bandara utama di Jawa. Pola ini berlanjut hingga 2022, di mana pemulihan jaringan bersifat asimetris. Bandara-bandara utama seperti Juanda (Jawa Timur) dan Yogyakarta International Airport menunjukkan pemulihan konektivitas yang relatif cepat, sementara bandara di Sumatera, Kalimantan, Nusa Tenggara, dan Papua cenderung mengalami

stagnasi atau hanya memulihkan sebagian kecil dari jaringan yang ada sebelum pandemi.

Perbandingan antarwilayah memperlihatkan bahwa jaringan penerbangan domestik Indonesia tetap didominasi oleh koneksi Jawa-sentris. Rute antarprovinsi di Jawa serta antara Jawa dan simpul utama di wilayah timur (seperti Makassar, Denpasar, dan Balikpapan) mendominasi struktur jaringan nasional. Sebaliknya, rute antarpulau dari Sumatera ke Kalimantan atau Sulawesi masih relatif terbatas dan menunjukkan ketergantungan tinggi pada simpul di Jawa sebagai penghubung antarwilayah.

Ketimpangan ini menunjukkan keterbatasan struktur jaringan dalam mendukung integrasi spasial lintas wilayah secara langsung tanpa bergantung pada simpul sentral.

Secara keseluruhan, pola perkembangan rute penerbangan domestik yang diamati melalui gabungan data kuantitatif dan spasial ini mengindikasikan adanya struktur hierarkis dan asimetris dalam sistem konektivitas udara nasional. Hal ini memiliki implikasi penting terhadap perencanaan transportasi dan pembangunan wilayah. Ketergantungan tinggi terhadap simpul di Pulau Jawa berpotensi memperlebar kesenjangan aksesibilitas udara antarwilayah, terutama di wilayah luar Jawa yang konektivitasnya lebih rentan terhadap gangguan eksternal. Oleh karena itu, hasil ini memperkuat urgensi penguatan konektivitas regional melalui kebijakan afirmatif, seperti pengembangan simpul transit alternatif, perluasan rute lintas pulau non-Jawa, dan peningkatan kapasitas bandara di wilayah strategis luar Jawa, guna menciptakan jaringan udara domestik yang lebih resilien, inklusif, dan mendukung pemerataan pembangunan nasional.

3.2 Sentralitas Derajat

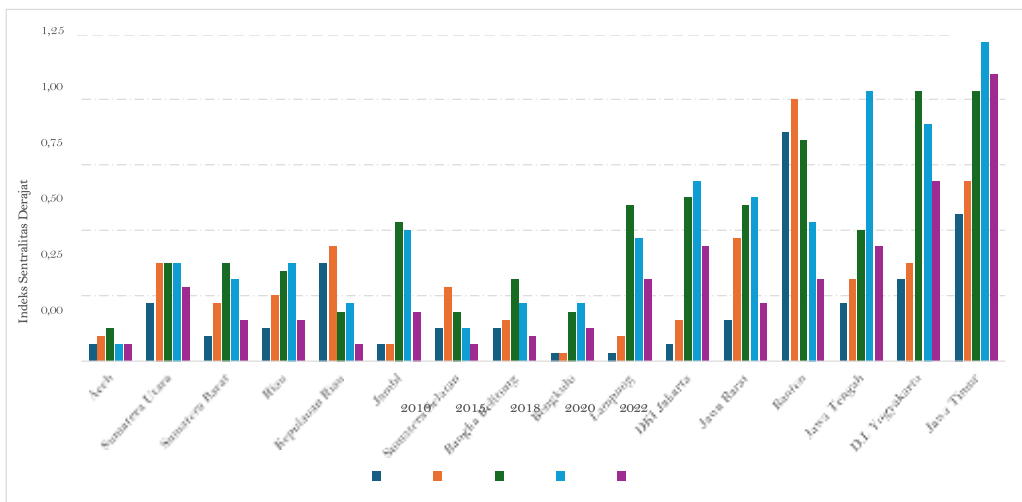
Analisis terhadap indeks sentralitas derajat (*degree centrality*) dalam jaringan penerbangan domestik inbound menunjukkan pola spasial dan temporal yang mencerminkan tingkat keterhubungan langsung suatu provinsi sebagai tujuan penerbangan dari provinsi lain. Dalam konteks jaringan inbound, nilai sentralitas derajat mengindikasikan jumlah provinsi lain yang memiliki rute penerbangan langsung ke provinsi amatan, sehingga semakin tinggi nilainya, semakin terbuka dan terhubung suatu provinsi terhadap arus mobilitas nasional.

Secara umum, provinsi-provinsi di wilayah barat Indonesia, khususnya di Pulau Jawa, menunjukkan nilai *degree centrality* yang tinggi dan stabil, yang menandakan peran penting wilayah ini sebagai simpul utama penerima arus penumpang domestik (Gambar 4). Jawa Timur menjadi provinsi dengan nilai tertinggi dan konsisten meningkat sepanjang periode pengamatan, dari 0,5625 (2010) menjadi 1,0938 (2022), mencerminkan dominasi Bandara Juanda sebagai tujuan dari berbagai rute domestik. D.I. Yogyakarta dan Jawa Tengah juga menunjukkan nilai tinggi pada tahun-tahun terakhir (masing-masing 0,6875 dan 0,4375 pada 2022), mencerminkan meningkatnya konektivitas langsung ke bandara di wilayah tersebut. Di sisi lain, provinsi-provinsi di Sumatera menunjukkan keragaman: Sumatera Utara, Riau, dan Lampung mengalami peningkatan signifikan hingga 2018, tetapi mengalami penurunan setelahnya. Sebaliknya, Aceh, Sumatera Selatan, dan Bengkulu konsisten berada pada level rendah sepanjang waktu, menandakan keterbatasan konektivitas langsung dari simpul-simpul lain di jaringan penerbangan domestik.

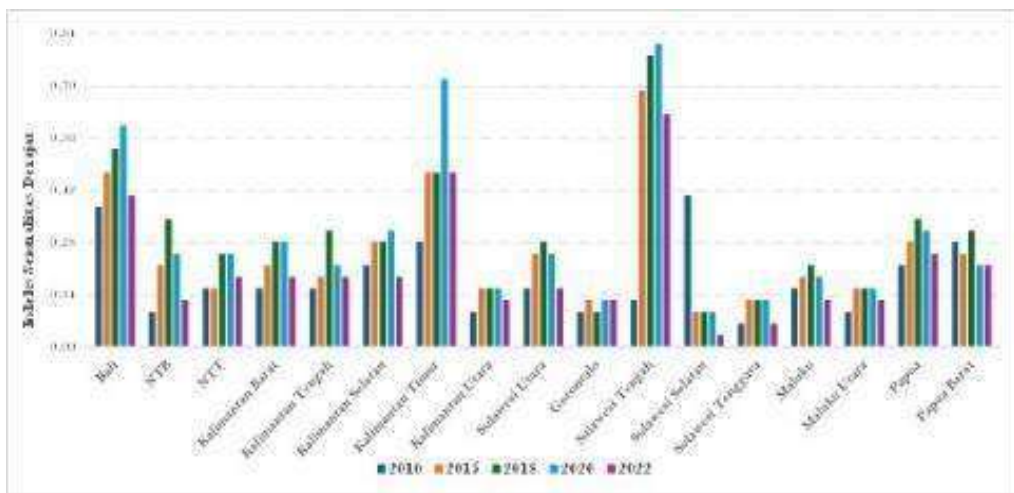
Di wilayah timur Indonesia, nilai sentralitas derajat cenderung lebih rendah dan fluktuatif dibanding wilayah barat. Kalimantan Timur dan Sulawesi Tengah merupakan dua provinsi dengan nilai tertinggi di kawasan timur. Kalimantan Timur mengalami kenaikan signifikan dari 0,2813 (2010) menjadi 0,7188 (2020), menandakan peningkatan akses langsung ke wilayah tersebut dari provinsi lain, yang dapat dikaitkan dengan meningkatnya peran Kalimantan dalam agenda pembangunan nasional. Sulawesi Tengah juga menunjukkan tren peningkatan sejak 2013 hingga 2020 (maksimal 0,8125), lalu sedikit menurun pada 2022. Sebaliknya, provinsi seperti Sulawesi

Selatan, Sulawesi Tenggara, dan Kalimantan Utara menunjukkan nilai yang rendah dan stagnan, menandakan terbatasnya konektivitas langsung inbound dari simpul lain. Pulau-pulau lainnya seperti NTB, NTT, Maluku, dan Papua juga cenderung memiliki nilai rendah, mengindikasikan bahwa aksesibilitas ke wilayah tersebut masih banyak bergantung pada simpul perantara.

Sebelum pandemi (2010–2018), sebagian besar provinsi mengalami peningkatan degree centrality, sejalan dengan ekspansi rute domestik dan pembukaan bandara baru. Namun, pada saat pandemi (2020), beberapa provinsi utama seperti Jawa Timur dan Jawa Tengah justru mengalami lonjakan nilai, yang mungkin disebabkan oleh konsolidasi jaringan penerbangan pada simpul utama. Sebaliknya, provinsi-provinsi dengan koneksi lemah justru mengalami penurunan drastis akibat pembatasan operasional rute ke daerah sekunder. Pasca pandemi (2022), pemulihan terlihat belum merata: sebagian provinsi seperti D.I. Yogyakarta dan Kalimantan Timur mempertahankan nilai tinggi, sementara banyak provinsi lain di luar Jawa belum kembali ke tingkat konektivitas pra-pandemi.



(a) Provinsi di wilayah barat Indonesia



(b) Provinsi di wilayah timur Indonesia

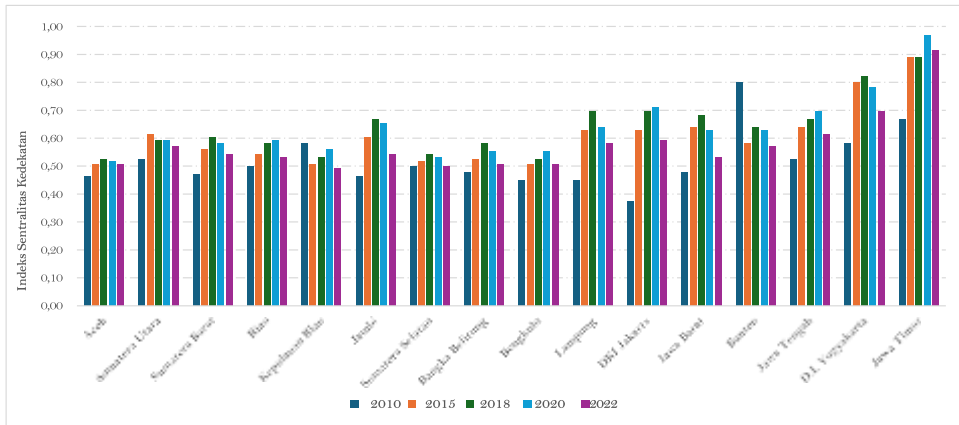
Gambar 4. Indeks sentralitas derajat provinsi di wilayah barat dan timur Indonesia. Dibandingkan antar pulau, Pulau Jawa secara konsisten mencatat nilai sentralitas derajat tertinggi, menegaskan posisinya sebagai pusat utama tujuan penerbangan domestik dari provinsi lain. Pulau Sumatera menunjukkan peran menengah, dengan hanya beberapa provinsi seperti Sumatera Utara dan Lampung yang mencapai nilai moderat. Di wilayah timur, Pulau Kalimantan dan Sulawesi memiliki potensi, namun hanya beberapa provinsi seperti Kalimantan Timur dan Sulawesi Tengah yang menonjol. Wilayah timur secara umum tertinggal, baik dari sisi jumlah koneksi inbound maupun jangkauan provinsi pengirimnya. Perbandingan antar wilayah juga menunjukkan bahwa wilayah barat lebih unggul secara struktural, dengan konsentrasi konektivitas tinggi di koridor Jawa–Sumatera, dibandingkan dengan konektivitas tersebar dan terbatas di wilayah timur.

Temuan ini menekankan pentingnya kebijakan redistribusi konektivitas udara yang tidak hanya berfokus pada penambahan frekuensi di simpul utama, tetapi juga perluasan rute langsung ke provinsi- provinsi yang masih terpinggirkan dalam jaringan inbound nasional. Upaya peningkatan sentralitas derajat di wilayah timur dan beberapa wilayah Sumatera perlu diarahkan melalui strategi insentif rute, peningkatan kapasitas bandara regional, serta integrasi dengan moda transportasi darat dan laut. Dengan meningkatkan keterhubungan langsung antarprovinsi, khususnya ke daerah yang selama ini memiliki sentralitas rendah, maka konektivitas udara dapat lebih efektif mendukung pemerataan pembangunan wilayah, integrasi ekonomi nasional, dan mobilitas penduduk secara berkeadilan.

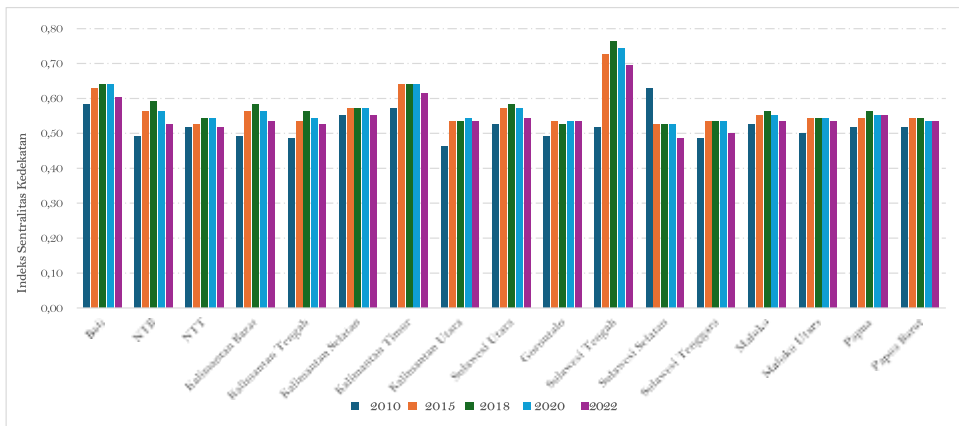
3.3 Sentralitas Kedekatan

Hasil penghitungan indeks sentralitas kedekatan (*closeness centrality*) pada jaringan penerbangan domestik *inbound* menunjukkan variasi spasial dan temporal yang merefleksikan tingkat efisiensi keterhubungan suatu provinsi terhadap seluruh provinsi pengirim lainnya. Dalam konteks jaringan *inbound*, nilai sentralitas kedekatan yang tinggi menandakan bahwa suatu provinsi lebih mudah diakses dari provinsi-provinsi lain dalam jaringan nasional, atau dengan kata lain, provinsi tersebut memiliki jarak rata-rata *inbound* yang lebih pendek dari simpul-simpul pengirim lain.

Secara umum, provinsi-provinsi di wilayah barat Indonesia, khususnya di Pulau Jawa, menunjukkan nilai *closeness centrality* yang lebih tinggi dan stabil dibandingkan wilayah lainnya (Gambar 5). Jawa Timur, misalnya, secara konsisten memiliki nilai tertinggi, meningkat dari 0,6667 (2010) menjadi 0,9143 (2022), menunjukkan bahwa provinsi ini merupakan tujuan dengan akses *inbound* paling efisien dari banyak provinsi lain. Demikian pula D.I. Yogyakarta, Jawa Tengah, dan Jawa Barat juga memiliki nilai yang tinggi dan meningkat dari tahun ke tahun. Di Pulau Sumatera, nilai *closeness* meningkat di sebagian besar provinsi hingga 2018, seperti Lampung (0,6957) dan Jambi (0,6667), tetapi kemudian cenderung menurun atau stagnan hingga 2022. Sementara itu, provinsi seperti Aceh dan Bengkulu mencatatkan nilai relatif rendah dan stabil, mencerminkan aksesibilitas inbound yang terbatas dari provinsi-provinsi lain, terutama simpul besar di wilayah tengah dan timur.



(a) Provinsi di wilayah barat Indonesia



(b) Provinsi di wilayah timur Indonesia

Gambar 5. Indeks sentralitas kedekatan provinsi di wilayah barat dan timur Indonesia

Provinsi-provinsi di wilayah timur Indonesia umumnya menunjukkan nilai sentralitas kedekatan yang sedang hingga rendah, namun beberapa provinsi seperti Sulawesi Tengah, Bali, dan Kalimantan Timur menonjol sebagai simpul dengan akses *inbound* yang relatif baik. Sulawesi Tengah, misalnya, mencatat kenaikan signifikan dari 0,5161 (2010) menjadi 0,6957 (2022), menunjukkan peran strategisnya yang meningkat dalam jaringan nasional. Kalimantan Timur juga mencatat nilai tinggi dan stabil sejak 2015 (0,6400), mencerminkan peran sebagai pusat konektivitas di Kalimantan, didukung oleh posisi geografis dan pengembangan infrastruktur udara. Sebaliknya, beberapa provinsi seperti Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, dan NTB mengalami penurunan atau stagnasi nilai sentralitas kedekatan, mencerminkan peningkatan ketergantungan pada koneksi tidak langsung dari simpul lain.

Periode sebelum pandemi (2010–2018) ditandai dengan tren peningkatan sentralitas kedekatan di hampir semua provinsi, yang mencerminkan ekspansi rute penerbangan dan peningkatan keterhubungan langsung. Selama pandemi (2020), meskipun sebagian simpul utama seperti Jawa Timur, DKI Jakarta, dan Kalimantan Timur tetap mencatat nilai tinggi, beberapa provinsi mengalami penurunan signifikan karena pengurangan rute dan pembatasan penerbangan, terutama ke wilayah-wilayah dengan konektivitas sekunder. Pasca pandemi (2022), sebagian besar provinsi menunjukkan tanda-tanda pemulihan, tetapi belum seluruhnya kembali

ke kondisi pra-pandemi, terutama di wilayah barat luar Jawa dan kawasan timur seperti Maluku dan Papua.

Secara umum, Pulau Jawa mencatat nilai *closeness centrality* tertinggi secara konsisten, mencerminkan struktur jaringan yang terkonsentrasi ke simpul-simpul besar seperti Surabaya, Yogyakarta, dan Semarang. Pulau Sumatera memiliki variasi nilai yang lebih besar, di mana provinsi-provinsi bagian selatan seperti Lampung lebih baik terhubung dibandingkan wilayah utara seperti Aceh. Di timur, Pulau Kalimantan dan Sulawesi menunjukkan potensi peningkatan keterhubungan, sementara Nusa Tenggara, Maluku, dan Papua relatif lebih tertinggal dalam hal efisiensi akses *inbound*. Jika dibandingkan antar wilayah, wilayah barat memiliki distribusi keterhubungan *inbound* yang lebih efisien, sementara wilayah timur menunjukkan ketergantungan yang lebih tinggi pada simpul pusat dan memiliki jarak rata-rata *inbound* yang lebih besar dari simpul-simpul lainnya.

Temuan ini memiliki implikasi penting bagi perencanaan kebijakan transportasi udara nasional. Pemerintah perlu mendorong pengembangan simpul-simpul alternatif di luar Jawa, terutama di Sumatera, Kalimantan, dan Sulawesi, untuk mengurangi ketimpangan aksesibilitas udara. Strategi seperti insentif rute langsung, pembangunan bandara regional yang terhubung dengan simpul besar, serta integrasi antar moda dapat meningkatkan nilai *closeness* bagi provinsi-provinsi yang masih terisolasi. Dengan demikian, distribusi konektivitas yang lebih merata dapat memperkuat integrasi ekonomi nasional, mempercepat pertumbuhan wilayah timur, dan mendukung prinsip keadilan spasial dalam pembangunan nasional.

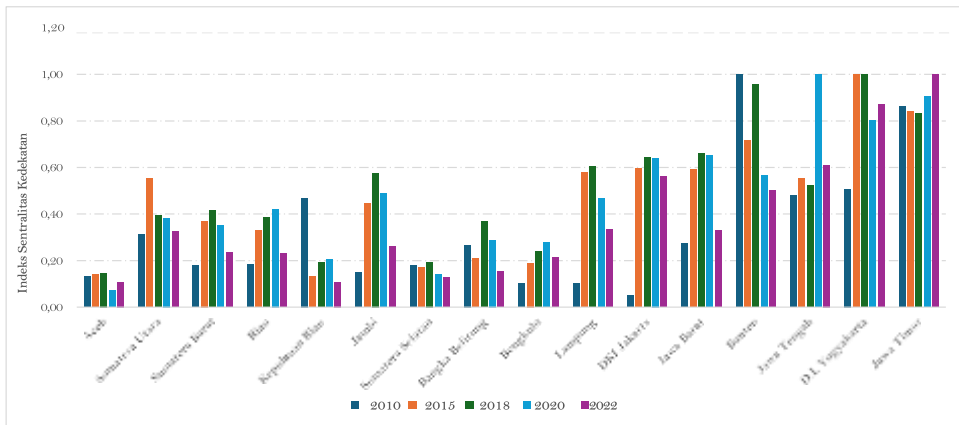
3.4 Sentralitas Eigenvektor

Hasil perhitungan indeks sentralitas eigenvektor berdasarkan jaringan penerbangan domestik masuk (*inbound*) ke provinsi-provinsi di wilayah barat Indonesia menunjukkan dinamika spasial dan temporal yang mencerminkan pergeseran tingkat strategis provinsi sebagai tujuan utama mobilitas udara (Gambar 6). Dalam konteks jaringan *inbound*, nilai eigenvektor menggambarkan sejauh mana suatu provinsi menerima koneksi dari simpul-simpul pengirim yang juga memiliki tingkat keterhubungan tinggi. Provinsi dengan nilai eigenvektor tinggi diasosiasikan sebagai simpul tujuan penting dalam sistem penerbangan nasional, karena tidak hanya menerima banyak penerbangan masuk, tetapi juga dari simpul yang memiliki pengaruh tinggi dalam struktur jaringan.

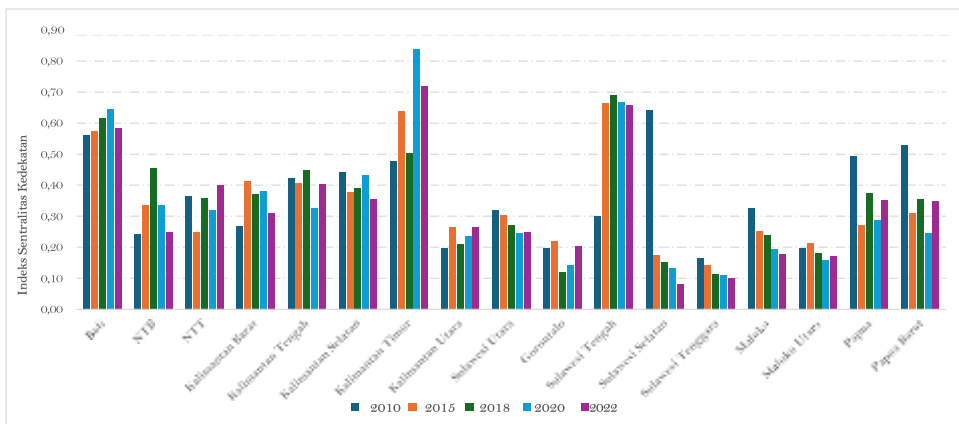
Secara umum, nilai eigenvektor meningkat di sebagian besar provinsi selama periode pra-pandemi (2010–2018), mencerminkan penguatan posisi wilayah barat sebagai pusat tujuan mobilitas domestik, terutama di Pulau Jawa. Provinsi seperti D.I. Yogyakarta, Jawa Timur, dan Jawa Tengah secara konsisten mencatat nilai eigenvektor yang tinggi, bahkan mencapai nilai maksimum (1,0000) pada beberapa tahun. Hal ini menegaskan posisi provinsi-provinsi tersebut sebagai simpul tujuan strategis dalam jaringan konektivitas penumpang masuk, yang sangat relevan dalam mendukung aktivitas ekonomi wilayah (Zhang & Graham, 2020). Di sisi lain, Banten, yang memiliki nilai maksimum pada 2010 (1,0000), menunjukkan tren penurunan pasca 2015 hingga 2022. Penurunan ini dapat diinterpretasikan sebagai berkurangnya proporsi koneksi *inbound* dari simpul-simpul dominan nasional, seiring dengan desentralisasi jaringan dan berkembangnya simpul alternatif di wilayah Jawa.

Di Pulau Sumatera, nilai eigenvektor umumnya lebih rendah dibandingkan Jawa, tetapi beberapa provinsi seperti Sumatera Utara, Riau, dan Jambi mengalami peningkatan signifikan hingga 2018, mencerminkan semakin terhubungnya wilayah luar Jawa dengan pusat-pusat utama pergerakan penumpang. Namun, pandemi COVID-19 memberikan dampak besar terhadap struktur konektivitas masuk ini, terlihat dari penurunan tajam nilai eigenvektor di hampir semua

provinsi pada 2020. Provinsi seperti Jambi mengalami penurunan dari 0,5758 (2018) menjadi hanya 0,2614 pada 2022. Penurunan ini mencerminkan terganggunya koneksi masuk dari simpul-simpul penting, yang sangat dipengaruhi oleh pembatasan mobilitas dan konsolidasi jaringan rute selama pandemi.



(a) Provinsi di wilayah barat Indonesia



(b) Provinsi di wilayah timur Indonesia

Gambar 6. Indeks sentralitas eigenvektor provinsi di wilayah barat dan timur Indonesia

Perbandingan antar pulau menegaskan bahwa provinsi di Jawa secara konsisten memiliki nilai eigenvektor lebih tinggi dibandingkan provinsi di Sumatera, menandakan posisi sentral wilayah ini sebagai destinasi dominan dalam jaringan penerbangan domestik masuk. Ketimpangan ini berdampak pada distribusi aksesibilitas udara, yang secara tidak langsung berpengaruh terhadap disparitas pembangunan wilayah. Oleh karena itu, diperlukan kebijakan afirmatif untuk mendistribusikan konektivitas secara lebih merata, baik melalui insentif rute ke bandara regional di Sumatera maupun melalui penguatan infrastruktur dan layanan multimoda. Dengan memperluas keterhubungan *inbound* dari simpul-simpul besar ke wilayah yang kurang terkoneksi, konektivitas udara dapat lebih berkontribusi terhadap pembangunan wilayah yang inklusif dan terintegrasi.

Sementara itu, hasil perhitungan indeks sentralitas eigenvektor untuk wilayah timur Indonesia juga menunjukkan dinamika yang mencerminkan posisi relatif masing-masing provinsi

sebagai tujuan utama dalam sistem konektivitas penerbangan domestik masuk. Secara umum, nilai eigenvektor di wilayah timur cenderung lebih bervariasi dan menunjukkan tingkat keterhubungan yang lebih rendah dibandingkan wilayah barat, khususnya provinsi-provinsi di Pulau Jawa. Hal ini menandakan bahwa sebagian besar provinsi di wilayah timur belum sepenuhnya menjadi tujuan utama penerbangan dari simpul-simpul pengirim strategis, dan masih tergantung pada koneksi dari simpul regional menengah.

Di antara provinsi-provinsi di wilayah timur, Kalimantan Timur, Sulawesi Tengah, dan Bali mencatatkan nilai eigenvektor tertinggi, menunjukkan bahwa ketiga provinsi tersebut menempati posisi strategis sebagai tujuan dari simpul-simpul penting nasional. Kalimantan Timur, misalnya, mengalami peningkatan signifikan dari 0,4781 (2010) menjadi 0,8367 pada 2020, yang kemungkinan besar dipengaruhi oleh peningkatan lalu lintas menuju Balikpapan dan Samarinda, serta kaitannya dengan rencana pemindahan ibu kota negara. Provinsi Sulawesi Tengah juga menunjukkan tren kenaikan yang konsisten sejak 2015, mencapai 0,6898 pada 2018 dan tetap tinggi pada 2022 (0,6576), mengindikasikan peningkatan peran sebagai simpul tujuan penting di kawasan Sulawesi. Sementara itu, Sulawesi Selatan, yang pada 2010 memiliki nilai tinggi (0,6420), justru menunjukkan penurunan bertahap hingga mencapai 0,0815 pada 2022. Penurunan ini mencerminkan berkurangnya arus kedatangan dari simpul-simpul besar nasional, yang patut dicermati sebagai indikasi pergeseran pusat konektivitas di kawasan tersebut.

Pulau-pulau lain di wilayah timur seperti NTT, Maluku, dan Papua menunjukkan nilai eigenvektor yang relatif sedang. Beberapa provinsi seperti Papua dan Papua Barat memiliki fluktuasi nilai antara 0,24 hingga 0,52 sepanjang 2010–2022, mencerminkan ketergantungan pada koneksi yang tidak stabil dari simpul luar, serta terbatasnya jaringan penerbangan langsung dari simpul pusat. Di sisi lain, NTB dan Maluku Utara menunjukkan tren yang stagnan atau menurun, menandakan bahwa aksesibilitas inbound dari simpul strategis belum berkembang optimal di wilayah-wilayah tersebut.

Dari perspektif waktu, periode sebelum pandemi (2010–2018) ditandai oleh peningkatan nilai eigenvektor di beberapa provinsi timur seperti Kalimantan Timur, Sulawesi Tengah, dan Bali, mencerminkan ekspansi rute dan peningkatan permintaan menuju wilayah timur Indonesia. Namun, pada saat pandemi (2020), meskipun sebagian besar provinsi mengalami penurunan, beberapa provinsi justru mempertahankan atau meningkatkan nilainya—seperti Kalimantan Timur (0,8367) dan Sulawesi Tengah (0,6886)—menunjukkan resiliensi struktural sebagai tujuan strategis dalam jaringan *inbound*. Pasca-pandemi (2022), sebagian besar provinsi timur menunjukkan tren pemulihan, meskipun tidak setinggi wilayah barat, dan masih menghadapi tantangan dalam mengembalikan kualitas koneksi masuk dari simpul besar nasional.

Jika dibandingkan dengan wilayah barat Indonesia, hasil ini menunjukkan bahwa kesenjangan sentralitas antar wilayah masih cukup mencolok. Provinsi-provinsi di Jawa dan sebagian Sumatera cenderung memiliki nilai eigenvektor lebih tinggi secara konsisten, karena menerima koneksi dari simpul-simpul utama yang lebih terkonsolidasi. Sebaliknya, provinsi-provinsi timur cenderung memiliki koneksi dari simpul-simpul sekunder atau terdesentralisasi, sehingga posisi strukturalnya dalam jaringan inbound nasional lebih lemah. Kesenjangan ini dapat memperlebar disparitas aksesibilitas antarwilayah dan pada gilirannya memengaruhi distribusi investasi, wisatawan, dan arus ekonomi antarprovinsi.

Oleh karena itu, dari sudut pandang kebijakan, temuan ini menggarisbawahi pentingnya strategi pembangunan konektivitas udara yang berbasis pemerataan spasial, khususnya dengan mendorong peningkatan konektivitas *inbound* dari simpul pusat ke wilayah timur melalui insentif rute, pengembangan hub sekunder, serta integrasi konektivitas udara dengan jaringan logistik

dan transportasi darat/laut. Peningkatan nilai eigenvektor di wilayah timur bukan hanya mencerminkan penguatan posisi dalam jaringan transportasi, tetapi juga memiliki implikasi nyata terhadap pengurangan ketimpangan wilayah dan pencapaian target pembangunan berkelanjutan.

IV. Kesimpulan dan Rekomendasi

4.1 Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa konektivitas udara antardaerah memainkan peran strategis dalam struktur mobilitas nasional, yang berdampak langsung terhadap potensi ekonomi wilayah. Dengan membangun jaringan penerbangan domestik berbasis rute inbound pada bandara amatan di 33 provinsi, analisis indeks sentralitas mengungkap dinamika spasial dan temporal yang kompleks selama periode 2010–2022. Provinsi-provinsi di Pulau Jawa, khususnya Jawa Timur, D.I. Yogyakarta, dan DKI Jakarta, secara konsisten menempati posisi sentral dalam jaringan transportasi udara nasional, ditunjukkan oleh nilai sentralitas derajat, kedekatan, dan eigenvektor yang tinggi. Sebaliknya, banyak provinsi di Sumatera dan wilayah timur menunjukkan peran yang lebih terbatas dan cenderung stagnan.

Perbedaan sentralitas ini mencerminkan adanya ketimpangan konektivitas spasial antarprovinsi yang berimplikasi pada disparitas akses ekonomi dan logistik. Analisis temporal juga menunjukkan bahwa pandemi COVID-19 menjadi titik balik penting, di mana terjadi konsolidasi jaringan pada simpul utama di Jawa dan penurunan signifikan pada wilayah marjinal. Pasca pandemi, pemulihan konektivitas berlangsung tidak seragam, menandakan kebutuhan akan intervensi kebijakan yang lebih terarah untuk menciptakan jaringan udara yang lebih resilien dan inklusif.

Penggunaan pendekatan *inbound* dalam membentuk jaringan secara konseptual terbukti relevan dalam merepresentasikan peran provinsi sebagai tujuan mobilitas udara, yang memiliki implikasi langsung terhadap permintaan lokal dan peluang ekonomi. Hasil penelitian memperkuat asumsi bahwa keterhubungan masuk yang tinggi berkorelasi dengan peningkatan eksposur terhadap sektor pariwisata, perdagangan, jasa, dan investasi.

Penelitian ini menegaskan bahwa konektivitas udara antarprovinsi merupakan komponen strategis dalam pembangunan wilayah di Indonesia, khususnya dalam konteks negara kepulauan. Dengan menggunakan pendekatan jaringan inbound, analisis sentralitas menunjukkan bahwa provinsi-provinsi di Pulau Jawa secara konsisten menempati posisi sentral dalam sistem konektivitas nasional, sementara banyak provinsi di Sumatera dan wilayah timur menunjukkan keterhubungan yang terbatas. Ketimpangan ini berimplikasi pada disparitas aksesibilitas, mobilitas, dan potensi ekonomi antarwilayah.

Dalam kerangka teori pembangunan wilayah, Rustiadi et al. (2011) menekankan pentingnya integrasi spasial dan penguatan konektivitas antarwilayah sebagai prasyarat pemerataan pembangunan. Todaro dan Smith (2015) juga menyatakan bahwa transformasi struktural ekonomi memerlukan dukungan infrastruktur yang mampu mempercepat arus barang, jasa, dan tenaga kerja. Temuan penelitian ini sejalan dengan pandangan tersebut, di mana provinsi dengan konektivitas inbound tinggi cenderung memiliki eksposur ekonomi yang lebih besar dan potensi pertumbuhan yang lebih tinggi.

Pandemi COVID-19 menjadi titik balik penting dalam struktur jaringan udara domestik, dengan konsolidasi konektivitas pada simpul utama dan penurunan drastis pada wilayah marjinal. Pemulihan pascapandemi berlangsung tidak merata, menandakan perlunya intervensi kebijakan yang lebih terarah dan berbasis bukti.

4.2 Rekomendasi

1. Penguatan konektivitas wilayah marjinal melalui intervensi afirmasi. Berdasarkan teori *spatial economics* (Fujita et al., 1999), peningkatan aksesibilitas dapat menurunkan biaya transaksi dan memperkuat keterkaitan ekonomi antarwilayah. Oleh karena itu, pemerintah perlu mendorong pengembangan rute langsung ke provinsi dengan sentralitas rendah melalui subsidi rute, pengembangan hub regional, dan integrasi moda transportasi.
2. Institusionalisasi indeks konektivitas udara sebagai alat diagnostik wilayah. Indeks sentralitas dapat digunakan sebagai instrumen evaluatif dalam perencanaan transportasi dan pembangunan wilayah. Sejalan dengan pendekatan *evidence-based policy* (Neal, 2012), indeks ini dapat membantu mengidentifikasi wilayah yang mengalami keterisolasian relatif dan merancang intervensi yang tepat sasaran.
3. Sinkronisasi perencanaan transportasi dan agenda ekonomi wilayah. Konektivitas udara *inbound* harus diposisikan sebagai katalis permintaan lokal dan pemicu investasi. Kebijakan transportasi perlu diselaraskan dengan potensi sektor produktif daerah, seperti pariwisata, perdagangan, dan jasa, sebagaimana ditegaskan oleh Button dan Taylor (2000) dan Graham dan Guyer (2000).
4. Pengembangan simpul alternatif di luar Jawa untuk mengurangi ketergantungan struktural. Provinsi seperti Kalimantan Timur dan Sulawesi Tengah menunjukkan potensi sebagai simpul regional. Penguatan infrastruktur dan layanan penerbangan di wilayah ini dapat memperluas jangkauan konektivitas dan memperkecil kesenjangan spasial.
5. Pemulihan pascapandemi yang inklusif dan berkeadilan. Pemerintah perlu merancang strategi pemulihan konektivitas udara yang tidak hanya berfokus pada simpul utama, tetapi juga mencakup wilayah yang terdampak secara struktural. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip pembangunan wilayah yang inklusif dan resilien (Giannakis dan Papadas, 2021).

Daftar Pustaka

- ATR. (n.d.). *ATR 72-600*. Retrieved May 28, 2025, from <http://www.atr-aircraft.com/aircraft-services/aircraft-family/atr-72-600/>
- Aunurrofik, A. (2018). The Effect of Air Transportation on Regional Economic Development: Evidence from Indonesian Regencies. *Signifikan: Jurnal Ilmu Ekonomi*, 7(1), 45–58. <https://doi.org/10.15408/sjie.v7i1.6178>
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Statistik Transportasi Udara 2022*.
- Bannò, M., & Redondi, R. (2014). Air connectivity and foreign direct investments: economic effects of the introduction of new routes. *European Transport Research Review*, 6(4), 355–363. <https://doi.org/10.1007/s12544-014-0136-2>
- Bonacich, P. (1987). Power and centrality: A family of measures. *American Journal of Sociology*, 92(5), 1170–1182. <https://www.jstor.org/stable/2780000>
- Burghouwt, G., & Redondi, R. (2013). Connectivity in air transport networks: an assessment of models and applications. *Journal of Transport Economics and Policy*, 47(1), 35–53.

- Button, K., & Taylor, S. (2000). International air transportation and economic development. *Journal of Air Transport Management*, 6(4), 209–222. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0969-6997\(00\)00015-6](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0969-6997(00)00015-6)
- Castro, M. I., & Fontoura, M. P. (2021). Improving the air connectivity of hub airports: an instrument to boost the economic performance of EU countries? In *REM Working Paper 0200-2021*. https://rem.rc.iseg.ulisboa.pt/wps/pdf/REM_WP_0200_2021.pdf
- Chen, X., Xuan, C., & Qiu, R. (2021). Understanding spatial spillover effects of airports on economic development: New evidence from China's hub airports. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 143, 48–60. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965856420307783>
- Fujita, M., Krugman, P., & Venables, A. J. (1999). *The Spatial Economy: Cities, Regions, and International Trade*. The MIT Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.7551/mitpress/6389.001.0001>
- Giannakis, E., & Papadas, C. T. (2021). Spatial Connectivity and Regional Economic Resilience in Turbulent Times. *Sustainability*, 13(20). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su132011289>
- Graham, B., & Guyer, C. (2000). The role of regional airports and air services in the United Kingdom. *Journal of Transport Geography*, 8(4), 249–262. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0966-6923\(00\)00021-1](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0966-6923(00)00021-1)
- Green, R. K. (2007). Airports and economic development. *Real Estate Economics*, 35(1), 91–112. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6229.2007.00183.x>
- Gui, Y., JIng, Z., & Nuor, S. (2021). An Empirical Study on the Demand of Air Passenger Transport and Regional Economic Development in Inner Mongolia. *Science Innovation*, 9(5), 182–188. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.11648/j.si.20210905.11>
- Gunawan, G., & Medianto, R. (2017). Analisis Konektivitas Jaringan Transportasi Udara Nasional. *Angkasa: Jurnal Ilmiah Bidang Teknologi*, 8(2), 99. <https://doi.org/10.28989/angkasa.v8i2.123>
- IATA. (2020a). *Air Connectivity: Measuring the connections that drive economic growth*. <https://doi.org/10.31826/jlr-2013-100101>
- IATA. (2020b). *IATA Economics' Chart of the Week: Social distancing would make most airlines financially unviable*. <https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/social-distancing-would-make-most-airlines-financially-unviable/>
- Kameswara, B. (2017). *Pengaruh Bandar Udara Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Wilayah Kabupaten dan Kota Di Indonesia*. Institut Teknologi Bandung.
- Kementerian Perhubungan RI. (2020a). *Statistik Angkutan Udara Tahun 2019*. Kementerian Perhubungan RI. (2020b). *Statistik Perhubungan 2019: Buku 1*. Kementerian Perhubungan RI. (2023). *Statistik Angkutan Udara Tahun 2022*.
- Kharismawaty, J. (2020). *Analisis Konektivitas Transportasi Udara antar Ibukota Provinsi di Indonesia*. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Law, C. C. H., Zhang, Y., Gow, J., & Vu, X. B. (2022). Dynamic relationship between air transport, economic growth and inbound tourism in Cambodia, Laos, Myanmar and Vietnam. *Journal*

- of Air Transport Management*, 98 (January 2021), 102161.
<https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2021.102161>
- Lenaerts, B., Allroggen, F., & Malina, R. (2021). The economic impact of aviation: A review on the role of market access. *Journal of Air Transport Management*.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0969699720305822>
- Neal, Z. P. (2012). *The Connected City: How Networks are Shaping the Modern Metropolis* (1st Editio).
- Newman, M. (2010). *Networks: An Introduction* (1st Editio). Oxford University Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199206650.001.0001>
- Newman, M. E. J. (2010). *Networks: An Introduction* (1st edn). Oxford Academic.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199206650.001.0001>
- Rustiadi, E., Saifulhakim, S., & Panuju, D. (2011). *Perencanaan dan Pengembangan Wilayah. Jakarta* (A. Pravitarsi (ed.); cetakan ke). Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
- Sabidussi, G. (1966). The centrality index of a graph. *Psychometrika*, 31, 581–603.
- Todaro, M., & Smith, S. C. (2015). *Economic Development* (12th ed.). Pearson Addison Wesley.
- Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge University Press.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1017/CBO9780511815478>
- Widyaswari, U. S., & Ahyudanari, E. (2021). Analisis Konektivitas Transportasi Udara Antar Ibukota Provinsi di Indonesia Akibat Pandemi Covid-19. *Jurnal Teknik ITS*, 10(2).
<https://doi.org/10.12962/j23373539.v10i2.69241>