

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Guna mengoptimalkan efisiensi pergerakan penumpang seiring meningkatnya frekuensi penerbangan di Bandara Internasional Jenderal Ahmad Yani, bab ini menyajikan tinjauan pustaka sebagai acuan dasar penelitian area garbarata.

A. Teori Penunjang

1. Bandar Udara

Bandar udara merupakan wilayah daratan atau perairan yang ditunjang oleh fasilitas, instalasi, dan peralatan khusus guna memfasilitasi aktivitas pendaratan, lepas landas, serta pergerakan pesawat (ICAO, 2022). Definisi tersebut menegaskan bahwa ketersediaan infrastruktur yang andal bukan sekadar pelengkap, melainkan elemen fundamental dalam menjamin keselamatan, keamanan, dan efisiensi operasional penerbangan secara menyeluruh. Oleh karena itu, setiap tahapan pengembangan bandar udara—mulai dari perencanaan kapasitas hingga pemeliharaan rutin fasilitas sisi udara—harus dilaksanakan secara sistematis dan terukur guna memenuhi standar global yang telah ditetapkan oleh otoritas penerbangan internasional.

Dalam Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan, keselamatan dan keamanan penerbangan ditempatkan sebagai aspek yang sangat penting dan memiliki kedudukan strategis. Regulasi tersebut menjelaskan bahwa penyelenggaraan serta pembinaan penerbangan berada di bawah penguasaan negara, sedangkan pelaksanaannya dilakukan oleh pemerintah melalui suatu sistem pelayanan yang terpadu. Hal ini bertujuan untuk mewujudkan terselenggaranya penerbangan sipil yang aman, tertib, dan selamat (Pemerintah Republik Indonesia, 2009).

Lebih lanjut, peran dan fungsi bandar udara juga dijelaskan dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2001 tentang Kebandarudaraan. Peraturan tersebut mengatur kedudukan bandar udara

dalam sistem jaringan transportasi udara berdasarkan hierarki fungsinya. Bandar udara berperan sebagai simpul dalam jaringan transportasi udara, sebagai pintu masuk dan keluar kegiatan ekonomi pada tingkat nasional maupun internasional, serta sebagai tempat terjadinya perpindahan antarmoda transportasi. Pemerintah Republik Indonesia (2009) juga membedakan bandar udara ke dalam beberapa kategori, antara lain bandar udara umum yang digunakan untuk melayani kepentingan masyarakat luas, bandar udara khusus yang diperuntukkan bagi kegiatan tertentu, bandar udara domestik yang melayani penerbangan dalam negeri, serta bandar udara internasional yang melayani penerbangan domestik dan internasional serta pada umumnya dilengkapi dengan fasilitas kepabeanan, imigrasi, dan karantina. Selain pengelompokan tersebut, bandar udara juga dapat diklasifikasikan sebagai bandar udara pengumpul dan bandar udara pengumpan. Bandar udara pengumpul memiliki cakupan pelayanan yang lebih luas, kapasitas pelayanan yang lebih besar, serta berperan dalam mendukung pertumbuhan ekonomi nasional maupun daerah. Sementara itu, bandar udara pengumpan berfungsi melayani kebutuhan transportasi udara dengan cakupan pelayanan yang lebih terbatas.

Sebagai dasar dalam pelaksanaan teknis dan operasional bandar udara, diterbitkan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor PR 21 Tahun 2023 tentang Standar Teknis dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139, atau *Manual of Standard CASR Part 139 Volume I Bandar Udara (Aerodrome)*. Peraturan ini memuat ketentuan mengenai sertifikasi dan registrasi bandar udara serta menjadi pedoman dalam penyelenggaraan operasional bandar udara supaya tetap memenuhi standar keselamatan penerbangan sipil. Selain itu, Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor KP 216 Tahun 2017 tentang Pedoman Teknis Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139-05, Sertifikasi dan Registrasi Bandar Udara atau Advisory Circular 139-05, juga digunakan sebagai acuan teknis dalam proses

sertifikasi dan registrasi bandar udara sesuai dengan ketentuan keselamatan penerbangan sipil yang berlaku.

2. *Airside* (Sisi Udara)

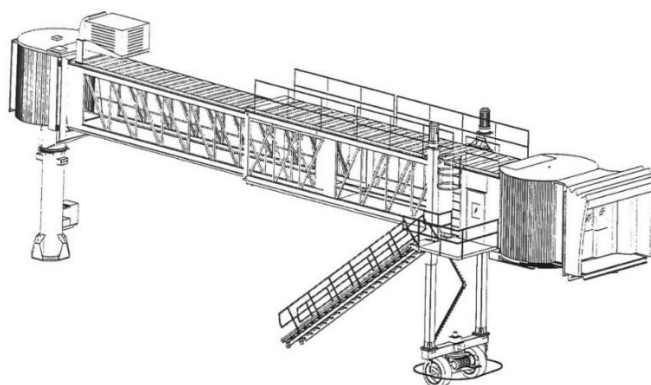
Sisi udara atau *Airside* merupakan bagian dari bandar udara yang digunakan secara langsung untuk kegiatan operasional pesawat udara. Area ini menjadi salah satu bagian paling penting dalam sistem bandar udara karena berkaitan dengan proses lepas landas, pendaratan, pergerakan pesawat, parkir pesawat, pelayanan ground handling, serta kegiatan naik dan turun penumpang dari pesawat. Fasilitas sisi udara harus direncanakan, dioperasikan, dan diawasi dengan baik karena seluruh aktivitas yang terjadi di area ini berkaitan langsung dengan keselamatan dan kelancaran operasi penerbangan. Nadhirah & Fadjarwati (2021) menjelaskan bahwa fasilitas bandar udara secara umum dapat dibedakan menjadi fasilitas sisi darat dan fasilitas sisi udara, di mana kedua bagian tersebut memiliki fungsi yang saling mendukung dalam pelayanan kebandarudaraan.

Fasilitas sisi udara terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu runway, taxiway, apron, *parking stand*, service road, marka, rambu, serta fasilitas keselamatan pendukung lainnya. Runway atau landasan pacu merupakan area yang digunakan pesawat udara untuk melakukan lepas landas dan pendaratan. Taxiway atau landasan hubung berfungsi sebagai jalur penghubung antara runway dengan apron, sehingga pesawat dapat bergerak dari atau menuju area parkir pesawat. Apron merupakan area yang digunakan untuk parkir pesawat, kegiatan naik dan turun penumpang, bongkar muat bagasi dan kargo, pengisian bahan bakar, serta kegiatan pelayanan darat lainnya. Ngape dkk. (2021) menjelaskan bahwa analisis kapasitas sisi udara mencakup fasilitas landasan pacu, landasan hubung, dan landas parkir atau apron sebagai bagian penting dari perencanaan kapasitas bandar udara.

3. Garbarata

Garbarata (*Aviobridge*) merupakan fasilitas berupa lorong yang menghubungkan pesawat udara dengan gedung terminal bandara yang digunakan untuk proses naik dan turun penumpang secara langsung (Irawan dkk., 2018). Garbarata berfungsi sebagai jalur tertutup yang memungkinkan penumpang berpindah dari terminal menuju pesawat atau dari pesawat menuju terminal tanpa harus berjalan langsung di area apron. Dengan adanya garbarata, proses *boarding* dan *deboarding* dapat dilakukan secara lebih aman, nyaman, dan terlindungi dari kondisi cuaca seperti hujan, panas, maupun angin

Penggunaan garbarata memiliki peran penting dalam peningkatan kualitas pelayanan bandar udara. Fahmi & Fauziah (2024) menjelaskan bahwa penggunaan fasilitas garbarata berpengaruh terhadap kenyamanan penumpang karena penumpang dapat berpindah dari terminal menuju pesawat tanpa harus berjalan di apron atau menggunakan tangga manual. Hal serupa juga dijelaskan oleh Azmamiyani & Kurniasari (2023), bahwa garbarata sebagai fasilitas penunjang berpengaruh terhadap kepuasan penumpang karena memberikan kemudahan akses dan kenyamanan dalam proses perpindahan dari terminal ke pesawat maupun sebaliknya.



Gambar II. 1 Garbarata B-22/30
(Sumber: Dokumen teknis *Bukaka Passenger Boarding Bridge B2-22/30*, 2019)

Selain berhubungan dengan kenyamanan penumpang, garbarata juga berkaitan dengan efisiensi operasional di apron. Ismail dkk. (2023) menyatakan bahwa efektivitas penggunaan garbarata dapat menunjang kualitas pelayanan di bandar udara, terutama dalam proses pelayanan penumpang. Dalam konteks operasional sisi udara, garbarata membantu mengurangi pergerakan penumpang di apron sehingga dapat menurunkan potensi konflik antara penumpang dengan kendaraan operasional, peralatan *ground support*, maupun aktivitas pelayanan pesawat lainnya.

Secara teknis, garbarata termasuk fasilitas mekanikal dan elektrik karena di dalam pengoperasiannya terdapat sistem struktur, sistem penggerak, motor listrik, sistem kontrol, sistem elevasi, sistem rotasi, sistem roda, pencahayaan, serta sistem keselamatan. Ismail dkk. (2023) menjelaskan bahwa garbarata merupakan fasilitas penting dalam menunjang proses *boarding* penumpang dan memiliki komponen mekanikal seperti motor serta sistem pengereman yang harus dijaga keandalannya. Oleh karena itu, garbarata tidak hanya dilihat sebagai fasilitas pelayanan penumpang, tetapi juga sebagai peralatan mekanikal-elektrikal yang memerlukan pengoperasian dan pemeliharaan secara teratur.



Gambar II. 2 Garbarata pada Bandara Jenderal Ahmad Yani Semarang
(Sumber: Bandara Jenderal Ahmad Yani Semarang, 2025)

a. Model dan Spesifikasi Umum Garbarata

Berdasarkan dokumen teknis *Passenger Boarding Bridge* Bukaka, model dan jenis garbarata dapat bervariasi sesuai dengan kebutuhan pengguna. Penamaan tipe garbarata ditentukan berdasarkan panjang garbarata dari titik pusat rotunda sampai ujung bumper cabin pada saat posisi pendek dan panjang maksimum. Pada garbarata tipe B2-22/30, angka 22/30 menunjukkan bahwa panjang minimum garbarata saat diperpendek adalah 22 meter dan panjang maksimum saat dipanjangkan adalah 30 meter.

Tabel II. 1 Spesifikasi Umum Garbarata B2-22/30

Komponen	Spesifikasi
<i>Type Number</i>	B2-22/30
<i>Number of PBB</i>	3 unit
<i>Number of Tunnel</i>	2 tunnel
<i>Service Door Position</i>	Right
<i>Tunnel Side Wall</i>	Glass Wall

(Sumber: Dokumen teknis Bukaka Passenger Boarding Bridge B2-22/30, 2019)

b. Batasan Rancangan Garbarata

Batasan rancangan garbarata merupakan nilai teknis maksimum yang harus diperhatikan dalam pengoperasian dan pemeliharaan garbarata. Batasan tersebut meliputi beban lantai, beban atap, kecepatan angin saat operasi, kecepatan angin saat tidak beroperasi, temperatur lingkungan, dan kelembapan maksimum.

Tabel II. 2 Batasan Pada Rancangan Garbarata B2-22/30

Parameter	Nilai
<i>Maximum floor load</i>	200 kg/m ²
<i>Maximum roof load</i>	150 kg/m ²
<i>Maximum wind speed in operation</i>	100 km/h
<i>Maximum wind speed not in operation</i>	150 km/h
<i>Ambient temperature</i>	0°C sampai 50°C

(Sumber: Dokumen teknis Bukaka Passenger Boarding Bridge B2-22/30, 2019)

Garbarata memiliki batas beban lantai maksimum sebesar 200 kg/m² dan beban atap maksimum sebesar 150 kg/m². Selain itu, garbarata dapat dioperasikan pada kondisi kecepatan angin maksimum 100 km/jam, sedangkan pada saat tidak beroperasi batas kecepatan angin maksimum adalah 150 km/jam. Batasan ini penting diperhatikan karena garbarata merupakan struktur bergerak yang beroperasi di area terbuka dan terpengaruh langsung oleh kondisi lingkungan.

c. Dimensi Garbarata

Dimensi garbarata menunjukkan ukuran ruang internal dan jangkauan operasional garbarata. Dimensi internal berkaitan dengan kenyamanan dan kelancaran pergerakan penumpang di dalam *tunnel* garbarata. Berdasarkan dokumen teknis, garbarata B2-22/30 memiliki lebar bersih internal minimum sebesar 1,49 meter dan tinggi bersih internal minimum sebesar 2,15 meter.



Gambar II. 3 Tinggi dan Lebar Internal Garbarata B2-22/30

(Sumber: Dokumen teknis Bukaka Passenger Boarding Bridge B2-22/30, 2019)

Tabel II. 3 Dimensi Internal Garbarata B2-22/30

Parameter	Nilai
<i>Minimum clear internal width</i>	1,49 m

<i>Minimum clear internal height</i>	2,15 m
--------------------------------------	--------

(Sumber: Dokumen teknis Bukaka Passenger Boarding Bridge B2-22/30, 2019)

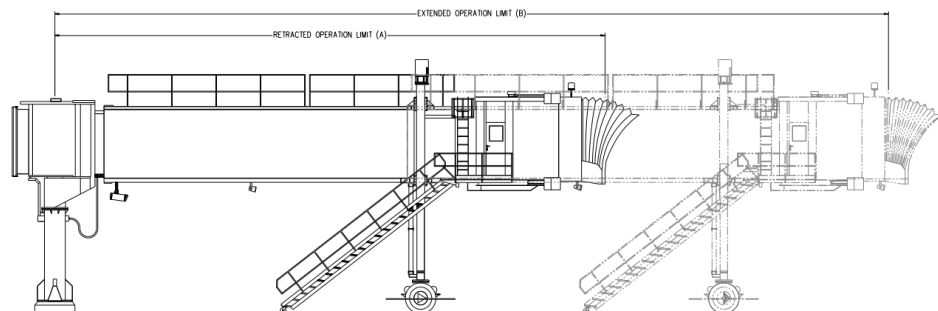
Selain dimensi internal, garbarata juga memiliki batas panjang operasi minimum dan maksimum. Pada tipe B2-22/30 , panjang garbarata saat posisi diperpendek adalah 22 meter, sedangkan panjang maksimum saat dipanjangkan adalah 30 meter.

Tabel II. 4 Panjang Minimum dan Maksimum Garbarata B2-22/30

Parameter	Nilai
<i>Retracted operation limit</i>	22 m
<i>Extended operation limit</i>	30 m

(Sumber: Dokumen teknis Bukaka Passenger Boarding Bridge B2-22/30, 2019)

Dimensi panjang minimum dan maksimum tersebut menunjukkan kemampuan garbarata dalam menjangkau posisi pintu pesawat. Semakin besar rentang pergerakan garbarata, semakin fleksibel garbarata dalam melayani variasi posisi pesawat di *parking stand*. Namun, pengoperasian tetap harus mengikuti batas rancangan dan prosedur keselamatan supaya tidak terjadi benturan dengan pesawat atau peralatan lain di apron.



Gambar II. 4 Operation Limit pada Garbarata B2-22/30

(Sumber: Dokumen teknis Bukaka Passenger Boarding Bridge B2-22/30, 2019)

d. Performa Pergerakan Garbarata

Performa pergerakan garbarata menunjukkan kemampuan garbarata dalam menyesuaikan posisi terhadap pesawat. Pergerakan tersebut meliputi pergerakan vertikal, ayunan horizontal rotunda, rotasi cabin, dan pergerakan

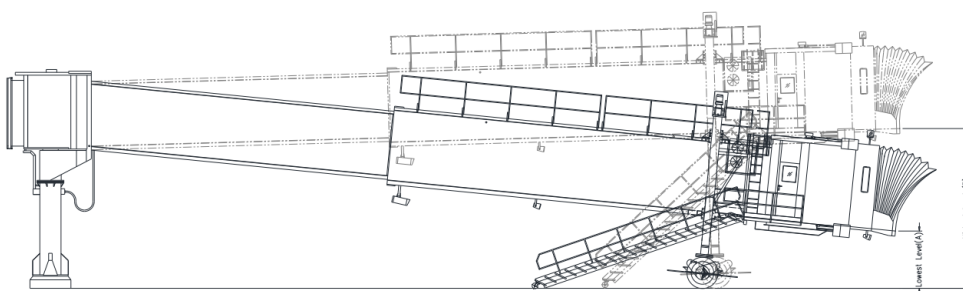
roda. Berdasarkan dokumen teknis, garbarata B2-22/30 memiliki kemampuan pergerakan vertikal dari level terendah 2,0 meter sampai level tertinggi 5,4 meter.

Tabel II. 5 Pergerakan Vertikal Garbarata B2-22/30

Parameter	Nilai
<i>Lowest level</i>	2,0 m
<i>Highest level</i>	5,4 m

(Sumber: Dokumen teknis Bukaka Passenger Boarding Bridge B2-22/30, 2019)

Kemampuan pergerakan vertikal tersebut diperlukan untuk menyesuaikan ketinggian garbarata dengan pintu pesawat yang berbeda. Pesawat dengan tipe dan ukuran yang berbeda memiliki ketinggian pintu yang berbeda pula, sehingga garbarata harus dapat bergerak naik dan turun sesuai kebutuhan pelayanan.



Gambar II. 5 Vertical Movement pada Garbarata B2-22/30

(Sumber: Dokumen teknis Bukaka Passenger Boarding Bridge B2-22/30, 2019)

Selain pergerakan vertikal, garbarata juga memiliki kemampuan ayunan horizontal pada rotunda. Berdasarkan dokumen teknis, sudut putar horizontal rotunda dapat bergerak ke kiri dan ke kanan dengan nilai maksimum masing-masing 87,5°.

e. Sistem Elektrikal Garbarata

Garbarata menggunakan sumber tenaga listrik dari bangunan bandara. Sistem tenaga listrik tersebut digunakan untuk menggerakkan motor penggerak, sistem kontrol, pencahayaan, air conditioner, serta peralatan

pendukung lainnya. Berdasarkan dokumen teknis, sistem kelistrikan garbarata B2-22/30 dibagi menjadi beberapa kebutuhan daya utama.

Tabel II. 6 Sistem *Power Supply* Garbarata B2-22/30

Komponen	Tegangan	Fasa	Frekuensi
<i>Drive power</i>	380 V	3 phase	50 Hz
<i>Lighting and control power</i>	220 V	Single phase	50 Hz
<i>Air conditioner power</i>	380 VAC	3 phase	50 Hz
<i>Air conditioner power</i>	220 V	Single phase	50 Hz

(Sumber: Dokumen teknis *Bukaka Passenger Boarding Bridge B2-22/30*, 2019)

Sistem aktuator pada garbarata juga menggunakan motor listrik sebagai penggerak. Motor penggerak horizontal dan vertikal menggunakan daya 3,7 kW, sedangkan motor rotasi cabin menggunakan daya 0,75 kW.

Tabel II. 7 Aktuator Garbarata B2-22/30

Komponen	Tegangan	Fasa	Frekuensi
<i>Drive power</i>	380 V	3 phase	50 Hz
<i>Lighting and control power</i>	220 V	Single phase	50 Hz
<i>Air conditioner power</i>	380 VAC	3 phase	50 Hz

(Sumber: Dokumen teknis *Bukaka Passenger Boarding Bridge B2-22/30*, 2019)

Selain sistem penggerak, garbarata juga dilengkapi dengan sistem pencahayaan. Garbarata dilengkapi dengan pencahayaan interior dan eksterior, serta dilengkapi dengan lampu emergency dan lampu operasi. Pencahayaan tersebut diperlukan untuk menunjang keselamatan dan kenyamanan penumpang serta membantu operator dalam menjalankan garbarata, terutama pada kondisi pencahayaan rendah atau operasi malam hari.

4. Pemeliharaan Garbarata

Pemeliharaan garbarata merupakan kegiatan krusial yang meliputi pemeriksaan, pembersihan, pengujian, perawatan, dan perbaikan berbagai komponen untuk memastikan fasilitas penghubung terminal dan pesawat ini selalu dalam kondisi laik operasi (Irawan dkk., 2018). Fasilitas ini bukan sekadar lorong penghubung biasa, melainkan sebuah sistem mekanikal-elektrikal kompleks yang mencakup sistem penggerak, kontrol, elevasi, rotasi, roda (*wheel bogie*), sensor, pencahayaan, serta perangkat keselamatan terpadu.

Secara spesifik, kegiatan pemeliharaan menasar pada pengecekan instalasi komponen elektrik, sistem *auto level*, *control panel*, limit *switch*, sensor, *roller*, cabin, *canopy*, *landing stair*, alarm, hingga pengujian fungsionalitas operasional. (Irawan dkk., 2018) menjelaskan bahwa hal tersebut bertujuan untuk memastikan seluruh instrumen berfungsi optimal sehingga kelancaran proses naik (*boarding*) maupun turun (*deboarding*) penumpang tidak terhambat oleh trouble di lapangan. Sejalan dengan pengembangan infrastruktur bandara, manajemen pemeliharaan ini menjadi aspek yang kian strategis; penambahan unit garbarata otomatis berimplikasi pada lonjakan jumlah komponen yang wajib diinspeksi, bertambahnya rasio kebutuhan teknisi ahli (Arnas dkk., 2025), serta peningkatan kebutuhan suku cadang dan alokasi biaya operasional pemeliharaan.

Selain jenis pekerjaan pemeliharaan, jadwal pemeliharaan garbarata juga perlu diperhatikan agar fasilitas tetap berada dalam kondisi laik dan siap operasi. Berdasarkan *checklist* pemeliharaan garbarata di Bandara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang, kegiatan pemeliharaan dilakukan secara berkala melalui pemeliharaan harian, bulanan, triwulan, dan semester. Pembagian jadwal tersebut bertujuan agar pemeriksaan komponen dapat dilakukan sesuai tingkat kebutuhan perawatan, mulai dari pengecekan kesiapan operasi hingga perawatan komponen yang memerlukan tindakan lebih mendalam.

Pemeliharaan harian berfokus pada pemeriksaan kesiapan operasi garbarata, seperti *auto level*, *control panel*, *limit switch*, sistem pencahayaan, komponen mekanik, serta pengujian fungsi operasi. Pemeliharaan bulanan dilakukan untuk pemeriksaan dan pembersihan komponen elektrik, mekanik, sensor, roller, wheel bogie, cabin, canopy, landing stair, dan sistem kontrol. Pada pemeliharaan triwulan, pekerjaan lebih difokuskan pada penyetelan dan pelumasan komponen mekanik, seperti setting roller *tunnel*, roller cabin, roller rotunda, roller equalizer, greasing roller, bearing, dan chain. Sementara itu, pemeliharaan semester mencakup pekerjaan perawatan yang lebih besar, seperti penggantian oli pada lift column dan oil motor wheel bogie, pengecekan seal, level oli, serta potensi kebocoran.

Tabel II. 8 Jadwal Pemeliharaan Garbarata

Jadwal Pemeliharaan	Fokus Pekerjaan	Uraian Kegiatan
Harian	Kesiapan operasi	Pemeriksaan <i>auto level</i> , <i>control panel</i> , <i>limit switch</i> , sistem pencahayaan, komponen mekanik, dan uji fungsi operasi.
Bulanan	Pemeriksaan berkala komponen utama	Pemeriksaan dan pembersihan komponen elektrik, mekanik, sensor, roller, wheel bogie, cabin, canopy, landing stair, dan sistem kontrol.
Triwulan	Penyetelan dan pelumasan	Setting roller <i>tunnel</i> , roller cabin, roller rotunda, roller equalizer, greasing roller, bearing, chain, dan pembersihan grease lama.
Semester	Perawatan komponen penggerak	Penggantian oli lift column dan oil motor wheel bogie, pengecekan seal, level oli, serta kebocoran.

(Sumber: Checklist pemeliharaan garbarata Bandara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang, diolah Penulis, 2026)

Dengan adanya jadwal pemeliharaan tersebut, kegiatan perawatan garbarata dapat dilaksanakan secara sistematis dan berkelanjutan. Pemeliharaan harian memastikan fasilitas siap digunakan, pemeliharaan bulanan menjaga kondisi komponen utama, pemeliharaan triwulan menjaga kelancaran sistem gerak, sedangkan pemeliharaan semester menjaga performa komponen penggerak dalam jangka panjang. Oleh karena itu, jadwal pemeliharaan garbarata menjadi bagian penting dalam menjaga keandalan fasilitas serta mengurangi risiko gangguan pada proses boarding dan deboarding penumpang.

5. Pergerakan Penumpang Bandar Udara

Pergerakan penumpang merupakan salah satu indikator utama dalam menilai aktivitas transportasi udara yang terus mengalami peningkatan seiring dengan kebutuhan masyarakat terhadap mobilitas yang cepat dan efisien. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Ikhsan dkk. (2019), dijelaskan bahwa jumlah keberangkatan penumpang di bandara mengalami peningkatan dari tahun ke tahun yang dipengaruhi oleh kemudahan, kenyamanan, serta keamanan yang diberikan oleh transportasi udara. Selain itu, peningkatan jumlah penumpang juga dipengaruhi oleh tingginya intensitas pergerakan pesawat yang terjadi hampir setiap waktu, sehingga menunjukkan adanya hubungan erat antara jumlah penumpang dan frekuensi penerbangan.

Sejalan dengan hal tersebut, Farida dkk. (2021) menyatakan bahwa jumlah penumpang pesawat dapat mengalami lonjakan signifikan pada waktu tertentu (*special event*), yang berpotensi menyebabkan kepadatan lalu lintas penerbangan serta menurunkan tingkat pelayanan bandara apabila tidak diantisipasi dengan baik. Selain itu, Gautama dkk. (2024) menjelaskan bahwa peningkatan jumlah penumpang yang terjadi secara terus menerus menuntut adanya perencanaan yang tepat melalui metode peramalan guna mendukung pengambilan keputusan dalam penyediaan fasilitas bandara. Berdasarkan beberapa penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa

pergerakan penumpang dan pesawat memiliki hubungan yang saling mempengaruhi serta menjadi parameter utama dalam perencanaan kapasitas fasilitas bandar udara, sehingga kedua variabel tersebut digunakan sebagai dasar dalam analisis kebutuhan garbarata pada tugas akhir ini.

6. Pola Operasional Penerbangan

Pola operasional penerbangan merupakan pengaturan aktivitas penerbangan yang mencakup jadwal kedatangan, jadwal keberangkatan, pergerakan pesawat di sisi udara, serta penggunaan fasilitas bandar udara dalam periode waktu tertentu. Penjadwalan penerbangan berperan penting dalam mengatur waktu keberangkatan dan kedatangan pesawat supaya kegiatan operasional dapat berjalan lebih tepat waktu (Fauziah & Wijaya, 2022). Selain itu, Gunawan & Medianto (2015) menjelaskan bahwa pergerakan pesawat di bandar udara dapat dimodelkan melalui alur keberangkatan dan kedatangan berdasarkan jadwal penerbangan yang telah ditentukan. Dengan demikian, pola operasional penerbangan dapat dipahami sebagai gambaran distribusi pergerakan pesawat dalam suatu periode operasional bandar udara.

Pola operasional penerbangan perlu diperhatikan karena pergerakan pesawat tidak selalu tersebar merata sepanjang hari. Pada jam-jam tertentu, penerbangan dapat terkonsentrasi sehingga menimbulkan kondisi jam sibuk atau *peak hour*. Kondisi tersebut dapat memengaruhi penggunaan fasilitas bandar udara seperti runway, taxiway, apron, *parking stand*, gate, dan garbarata. Rachmansyah & Nahdalina (2017) menjelaskan bahwa peningkatan pergerakan pesawat harus diimbangi dengan pengaturan operasional yang baik supaya tidak terjadi ketidakseimbangan antara kapasitas fasilitas dan trafik penerbangan. Apabila jumlah pergerakan pesawat melebihi kapasitas fasilitas yang tersedia, maka tingkat pelayanan bandar udara dapat mengalami penurunan.

Dalam fasilitas sisi udara, pola operasional penerbangan berkaitan erat dengan penggunaan apron dan *parking stand*. Pesawat yang datang dan

berangkat membutuhkan posisi parkir untuk melakukan kegiatan pelayanan di darat, seperti proses naik dan turun penumpang, pelayanan bagasi, pengisian bahan bakar, dan persiapan penerbangan berikutnya. Setiawan (2019) menjelaskan bahwa analisis kapasitas apron dan aircraft stand dapat dilakukan dengan mempertimbangkan data pergerakan pesawat, waktu pelayanan di stand, serta kebutuhan gate pada jam rencana. Hal ini menunjukkan bahwa pola operasional penerbangan dapat digunakan untuk mengetahui beban penggunaan fasilitas pada periode tertentu.

Pola operasional penerbangan juga memiliki hubungan langsung dengan kebutuhan garbarata. Garbarata digunakan pada pesawat yang parkir di *contact stand*, sehingga jumlah pesawat yang datang atau berangkat dalam waktu berdekatan akan memengaruhi kebutuhan penggunaan garbarata. Apabila banyak pesawat harus dilayani pada waktu yang sama, sementara jumlah garbarata terbatas, maka sebagian pesawat harus menggunakan *remote stand*, atau tangga manual. Kondisi ini dapat memengaruhi waktu pelayanan, kenyamanan penumpang, serta kelancaran operasional di apron.

7. Jam Sibuk

Peak hour atau jam sibuk merupakan periode waktu tertentu di mana terjadi beban maksimum aktivitas di bandar udara, baik dari sisi pergerakan penumpang maupun pesawat. Analisis *peak hour* digunakan untuk mengetahui kondisi operasional paling sibuk yang harus dapat dilayani oleh fasilitas bandara.



Gambar II. 6 Padatnya Jumlah Penumpang Di Terminal
(Sumber : Waiting room Bandara Jenderal Ahmad Yani Semarang, 2025)

Dalam perencanaan fasilitas seperti garbarata, *peak hour* menjadi acuan utama karena kebutuhan fasilitas harus mampu mengakomodasi kondisi beban maksimum, bukan hanya rata-rata harian. Penelitian yang dilakukan oleh Hidayat dkk. (2025) menyatakan bahwa perhitungan *peak hour* sangat penting dalam mengevaluasi kapasitas fasilitas sisi udara seperti apron dan gate karena berkaitan langsung dengan tingkat kepadatan pergerakan pesawat pada waktu tertentu. Oleh karena itu, analisis *peak hour* sangat penting untuk menentukan jumlah garbarata yang optimal.

8. *Forecasting*

Peramalan (*Forecasting*) merupakan metode yang digunakan untuk memperkirakan nilai suatu variabel pada masa mendatang berdasarkan data historis yang tersedia. Menurut Suryan (2017), *forecasting* merupakan suatu teknik untuk memprediksi kebutuhan di masa depan dengan memanfaatkan data historis sebagai dasar analisis. Dalam bidang transportasi udara, *forecasting* memiliki peran penting karena hasil peramalan dapat digunakan sebagai dasar dalam perencanaan kebutuhan fasilitas, kapasitas pelayanan, dan pengambilan keputusan operasional (Gautama dkk., 2024). Hal ini menunjukkan bahwa *forecasting* tidak hanya digunakan untuk memperkirakan jumlah penumpang, tetapi juga dapat menjadi dasar dalam merencanakan pengembangan fasilitas bandar udara.

Selain itu, Ikhsan dkk. (2019) menjelaskan bahwa peningkatan jumlah penumpang yang terjadi secara terus menerus memerlukan analisis berbasis data untuk mengetahui tingkat efisiensi dan kinerja operasional bandara. Berdasarkan beberapa penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa *Forecasting* merupakan metode penting dalam menganalisis tren pertumbuhan penumpang dan pesawat serta digunakan sebagai dasar dalam perencanaan kapasitas fasilitas bandar udara, termasuk dalam menentukan kebutuhan garbarata.

9. Kebutuhan Garbarata

Kebutuhan garbarata sangat berkaitan dengan jumlah pesawat yang dilayani pada waktu tertentu, khususnya pada jam sibuk. Semakin tinggi frekuensi penerbangan, maka kebutuhan garbarata juga akan meningkat. Penentuan jumlah unit ini sangat bergantung pada parameter *gate occupancy time* (waktu penggunaan gerbang) dan tipe pesawat yang dilayani, di mana setiap unit garbarata idealnya melayani satu pesawat dalam satu waktu operasional (*one gate one aircraft*). Dijelaskan oleh penelitian Pramiswari dkk. (2024) bahwa perhitungan kebutuhan unit *aviobridge* yang akurat merupakan kunci untuk meningkatkan efisiensi penggunaan apron serta meminimalkan waktu penyelesaian operasional pesawat di darat (*ground time*).

Fasilitas ini memiliki pengaruh signifikan terhadap standar pelayanan minimum bandara, karena penggunaan garbarata dinilai jauh lebih aman dan nyaman bagi penumpang dibandingkan dengan sistem *remote stand* yang menggunakan bus, terutama dalam kondisi cuaca buruk (Fahmi & Fauziah, 2024). Oleh karena itu, perhitungan kebutuhan garbarata harus mempertimbangkan jumlah pergerakan pesawat, waktu pelayanan, serta hasil *Forecasting* penumpang supaya diperoleh jumlah yang optimal.

B. Penelitian Terdahulu

Pada tugas akhir ini, penulis telah menelaah penelitian sebelumnya yang telah dikaji oleh peneliti terdahulu. Hal tersebut dibutuhkan sebagai bahan pertimbangan pembuatan tugas akhir.

Tabel II. 9 Padatnya Jumlah Penumpang Di Terminal

No.	Penelitian, Tahun, Judul	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1.	(Pramiswari dkk., 2024), Analisis Penambahan Unit <i>Aviobridge</i> Untuk Meningkatkan Efisiensi dan Efektifitas Apron di Bandar Udara Internasional Yogyakarta	Menggunakan metode regresi linier untuk <i>Forecasting</i> pergerakan pesawat dan analisis <i>peak hour</i> , diperoleh peningkatan kebutuhan <i>aviobridge</i> hingga 12 unit serta peningkatan efisiensi ground time hingga 30%	Sama-sama menggunakan metode <i>Forecasting</i> regresi linier, analisis <i>peak hour</i> , dan perhitungan kebutuhan <i>aviobridge</i>	Objek penelitian berbeda (Bandara Yogyakarta), serta tugas akhir ini juga menambahkan analisis finansial
2.	(Marnizal Putri dkk., 2022), <i>Forecasting he Number of Aircraft Passengers Arriving Through</i>	Metode ARIMA menghasilkan prediksi penumpang yang akurat sebagai dasar	Sama-sama menggunakan <i>Forecasting</i> sebagai dasar perencanaan fasilitas	Menggunakan metode ARIMA, tidak menggunakan regresi linier dan tidak menganalisis

	<i>Soekarno-Hatta Airport Using Arima Model</i>	perencanaan kapasitas bandara		kebutuhan garbarata secara langsung
3.	(Desviona, 2023), Prediksi Jumlah Penumpang Pesawat Pada PT. Angkasa Pura II Bandar Udara Sultan Thaha Jambi dengan Pemodelan ARIMA	Menunjukkan tren peningkatan penumpang yang signifikan dan pentingnya pengembangan fasilitas bandara	Sama-sama membahas pertumbuhan penumpang sebagai dasar pengembangan fasilitas	Tidak menggunakan analisis operasional seperti <i>peak hour</i> dan tidak mengaitkan dengan garbarata
4.	(Huda dkk., 2014), <i>Forecasting The Frequency Of Domestic Air Passengers At Juanda Airport Using Arima And Transfer Function As A Basis For Future Development Of Airport Scenario</i>	Peningkatan jumlah penumpang memerlukan pengembangan kapasitas bandara untuk menjaga kualitas pelayanan	Sama-sama membahas kebutuhan pengembangan fasilitas bandara akibat peningkatan trafik	Tidak menggunakan metode regresi linier dan tidak spesifik pada fasilitas garbarata
5.	(Fa, 2024), <i>Airport Passenger Throughput Prediction Based</i>	Menggunakan metode regresi linier untuk memprediksi jumlah	Sama-sama menggunakan metode regresi linier untuk <i>Forecasting</i>	Tidak membahas analisis operasional seperti <i>peak</i>

<i>on Linear Regression</i>	penumpang bandara dengan tingkat akurasi tinggi (error $\pm 0,10\%$ – $2,09\%$), sehingga dapat digunakan sebagai dasar perencanaan kapasitas dan sumber daya bandara	dan sebagai dasar perencanaan fasilitas bandara	<i>hour</i> dan tidak spesifik pada kebutuhan garbarata
---------------------------------	--	---	--

(Sumber: Penulis, 2026)