

**PERENCANAAN STRUKTUR PERKERASAN KAKU
PADA PENGEMBANGAN AREA APRON BANDAR UDARA
INTERNASIONAL JENDERAL AHMAD YANI SEMARANG**

TUGAS AKHIR



Oleh:

MUHAMMAD NUWOF AL LU'AY

NIT. 56192210018

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR UDARA
PROGRAM SARJANA TERAPAN
POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG**

2026

**PERENCANAAN STRUKTUR PERKERASAN KAKU
PADA PENGEMBANGAN AREA APRON BANDAR UDARA
INTERNASIONAL JENDERAL AHMAD YANI SEMARANG**

TUGAS AKHIR

Karya tulis sebagai salah satu syarat lulus pendidikan
Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara
Program Sarjana Terapan

Oleh:

MUHAMMAD NUWOF AL LU'AY

NIT. 56192210018



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR UDARA
PROGRAM SARJANA TERAPAN
POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG**

2026

ABSTRAK

PERENCANAAN STRUKTUR PERKERASAN KAKU PADA PENGEMBANGAN AREA APRON BANDAR UDARA INTERNASIONAL JENDERAL AHMAD YANI SEMARANG

Oleh:

MUHAMMAD NUWOF AL LU'AY

NIT. 56192210018

Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara

Program Sarjana Terapan

Pergerakan pesawat di Bandar Udara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang yang mencapai 56.844 penerbangan pada tahun 2025 memicu kelebihan beban kapasitas pada 12 *parking stand* eksisting saat jam puncak. Kondisi nyata ini menuntut perluasan fasilitas sisi udara secara terukur. Penelitian ini bertujuan merencanakan dimensi fisik dan struktur perkerasan kaku pada area pengembangan apron. Batasan masalah secara spesifik ditetapkan pada peramalan (*forecasting*) pergerakan 10 tahun (2026–2035) dan evaluasi pembebanan yang dikhususkan pada pesawat kritis. Analisis regresi linier sederhana digunakan untuk memproyeksikan lalu lintas, sementara tebal pelat beton didesain melalui perangkat lunak FAARFIELD berstandar Federal Aviation Administration (FAA) dengan input daya dukung tanah CBR 6% dan kuat lentur beton 618 psi. Hasil *forecasting* memprediksi 61.939 pergerakan pada akhir 2035, yang mengindikasikan kebutuhan penambahan 3 posisi parkir baru. Untuk mengakomodasi kebutuhan tersebut, apron dituntut untuk diperpanjang sejauh 130,87 meter sehingga menghasilkan luasan area pengembangan sebesar 17.209,41 meter persegi. Mengacu pada beban roda utama 20.221 kg dari Boeing 737-900ER sebagai pesawat kritis, struktur perkerasan dirancang dengan susunan pelat beton permukaan 42,42 cm, *stabilized base* 12,70 cm, *base course* 15,24 cm, dan *subbase course* 15,24 cm. Validasi program COMFAA membuktikan desain ini laik fungsi dengan perolehan *Pavement Classification Number* (PCN) 61 R/B/W/T yang sukses melampaui tuntutan *Aircraft Classification Number* (ACN) pesawat bernilai 58,0. Realisasi dari proyek perluasan teknis ini menelan estimasi Rencana Anggaran Biaya (RAB) sebesar Rp21.984.127.000,00.

Kata kunci: Apron, *Forecasting*, FAARFIELD, Perkerasan Kaku, Pesawat Kritis.

ABSTRACT

RIGID PAVEMENT STRUCTURE DESIGN IN THE DEVELOPMENT OF THE APRON AREA OF GENERAL AHMAD YANI INTERNATIONAL AIRPORT SEMARANG

By:

MUHAMMAD NUWOF AL LU'AY

NIT. 56192210018

Airport Engineering Technology Studies Program

Applied Bachelor's Program

Aircraft movements at General Ahmad Yani International Airport in Semarang reached 56,844 flights in 2025, causing capacity overloads across the 12 existing parking stands during peak hours. This factual condition urgently dictates a measured expansion of the airside facilities. Consequently, this study aims to design the physical dimensions and rigid pavement structure for the apron expansion area. The scope of the research is specifically restricted to forecasting traffic movements over a 10-year period (2026–2035) and evaluating the load exclusively based on the critical aircraft. A simple linear regression analysis was employed to project future traffic, while the concrete slab thickness was designed using the Federal Aviation Administration (FAA) standardized FAARFIELD software, incorporating a subgrade California Bearing Ratio (CBR) of 6% and a concrete flexural strength of 618 psi. The forecasting results project 61,939 movements by the end of 2035, pointing to the necessity for 3 additional parking stands. To accommodate this requirement, the apron must be extended by 130.87 meters, generating a total expansion area of 17,209.41 square meters. Driven by a main wheel load of 20,221 kg from the Boeing 737-900ER acting as the critical aircraft, the pavement structure was configured with a 42.42 cm concrete surface course, a 12.70 cm stabilized base, a 15.24 cm base course, and a 15.24 cm subbase course. Validation through the COMFAA program proved this design to be functionally viable, yielding a Pavement Classification Number (PCN) of 61 R/B/W/T that successfully exceeds the 58.0 Aircraft Classification Number (ACN) requirement of the aircraft. Finally, the realization of this technical expansion project carries an estimated Engineering Estimate (RAB) budget of Rp21,984,127,000.00.

Keywords: Apron, Forecasting, FAARFIELD, Rigid Pavement, Critical Aircraft.

PENGESAHAN PEMBIMBING

Tugas Akhir: "PERENCANAAN STRUKTUR PERKERASAN KAKU PADA PENGEMBANGAN AREA APRON BANDAR UDARA INTERNASIONAL JENDERAL AHMAD YANI SEMARANG" telah diperiksa dan disetujui untuk diuji sebagai salah satu syarat lulus pendidikan Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan Angkatan ke-3, Politeknik Penerbangan Palembang – Palembang.



Nama : MUHAMMAD NUWOF AL LU'AY
NIT : 56192210018

PEMBIMBING I



Ir. VIKTOR SURYAN, S.T., M.Sc.

Penata Tk.1 (III/d)

NIP. 19861008 200912 1 004

PEMBIMBING II



ZUSNITA HERMALA, S.Kom., M.Si

Pembina (IV/a)

NIP. 19781118 200502 2 001

KETUA PROGRAM STUDI



Ir. M. INDRA MARTADINATA, S.ST., M.Si.

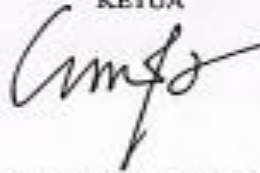
Pembina (IV/a)

NIP. 19810306 200212 1 001

PENGESAHAN PENGUJI

Tugas Akhir : "PERENCANAAN STRUKTUR PERKERASAN KAKU PADA PENGEMBANGAN AREA APRON BANDAR UDARA INTERNASIONAL JENDERAL AHMAD YANI SEMARANG" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan Angkatan ke-3, Politeknik Penerbangan Palembang – Palembang. Tugas Akhir ini dinyatakan LULUS Program Sarjana Terapan pada tanggal 30 Juni 2026.

KETUA



Ir. NOOR SULESTIYONO, S.SiT., M.M., M.Mar. E.

Pembina (IV/a)

NIP. 19730430 200604 1 001

SEKRETARIS



Ir. VIKTOR SURYAN, S.T., M.Sc.

Penata Tk.1 (III/d)

NIP. 19861008 200912 1 004

ANGGOTA



THURSINA ANDAYANI, M.Sc.

Penata Muda Tk.1 (III/b)

NIP. 19860703 202203 2 002

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Nuwof Al Lu'ay

NIT : 56192210018

Program Studi : Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan

Menyatakan bahwa TA berjudul “PERENCANAAN STRUKTUR PERKERASAN KAKU PADA PENGEMBANGAN AREA APRON BANDAR UDARA INTERNASIONAL JENDERAL AHMAD YANI SEMARANG” merupakan karya asli saya bukan merupakan hasil plagiarisme. Demikian pernyataan ini, saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar akademik dari Politeknik Penerbangan Palembang.

Palembang, 30 Juni 2026

Yang Membuat Pernyataan



Muhammad Nuwof Al Lu'ay

NIT. 56192210018

PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir Program Sarjana Terapan yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Politeknik Penerbangan Palembang, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang dengan mengikuti aturan HaKI yang berlaku di Politeknik Penerbangan Palembang. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kaidah ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Sitasi hasil penelitian Tugas Akhir ini dapat ditulis dalam Bahasa Indonesia sebagai berikut:

Lu'ay, M. N. A. (2026): PERENCANAAN STRUKTUR PERKERASAN KAKU PADA PENGEMBANGAN AREA APRON BANDAR UDARA INTERNASIONAL JENDERAL AHMAD YANI SEMARANG, Tugas Akhir Program Sarjana Terapan, Politeknik Penerbangan Palembang.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh Tugas Akhir haruslah seizin Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara, Politeknik Penerbangan Palembang.

Dipersembahkan kepada
Ayahanda Syafrianto, Ibunda Nokhid Farikhatin,
Adinda Anas Al Bilal Yanuar, dan Alm. Datuk Moestafa Moechtar

KATA PENGANTAR

Dengan penuh rasa syukur, penulis ucapkan terima kasih kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat, taufik, perlindungan, dan hidayah-Nya, sehingga penulis diberikan kelancaran dan kemudahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“PERENCANAAN STRUKTUR PERKERASAN KAKU PADA PENGEMBANGAN AREA APRON BANDAR UDARA INTERNASIONAL JENDERAL AHMAD YANI SEMARANG”** tepat pada waktunya. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bimbingan dan bantuan berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh sebab itu, peneliti ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT, yang telah memberikan limpahan berkah, rahmat, serta perlindungan-Nya dalam melaksanakan seluruh aktivitas di Politeknik Penerbangan Palembang.
2. Kedua orang tua saya, Ayah Syafrianto dan Ibu Nokhid Farikhatin, yang telah memberikan dukungan serta doa tiada henti kepada penulis, sehingga penyusunan Tugas Akhir dapat berjalan dengan lancar.
3. Adik terbaik saya, Anas Al Bilal Yanuar, yang telah memberikan dukungan dan motivasi secara penuh, sehingga penulis selalu semangat memberikan yang terbaik dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Alm. Datuk Moestafa Moechtar, selaku panutan hidup saya, yang senantiasa memberikan motivasi, doa, dan keyakinan kuat bahwa saya mampu menyelesaikan setiap tantangan dengan hasil terbaik.
5. Bapak Dr. Capt. Ahmad Hariri, S.T., S.Si.T., M.Si. selaku Direktur Politeknik Penerbangan Palembang yang telah memberikan dukungan akademik selama proses perkuliahan
6. Bapak Ir. M. Indra Martadinata, S.S.T., M.Si. selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Bandar Udara Politeknik Penerbangan Palembang yang telah memberikan saran, panduan dan dukungan akademik selama penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Bapak Ir. Viktor Suryan, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Zusnita Hermala, S,Kom., M.Si. selaku Dosen Pembimbing II yang telah

memberikan bimbingan, kritik, dan nasihat demi kemajuan pelaksanaan penelitian.

8. Bapak Alfian Budikusuma selaku *Airport Airside & Land Side Facilities Supervisor* Bandar Udara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang yang telah memberikan bantuan dan dukungan langsung selama pelaksanaan penelitian di lapangan.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan bagi penulis demi perbaikan di masa mendatang. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat serta kontribusi nyata bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di dunia penerbangan.

Palembang, 30 Juni 2026

Yang Membuat Pernyataan



Muhammad Nuwof Al Lu'ay

NIT. 56192210018

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
PENGESAHAN PEMBIMBING	v
PENGESAHAN PENGUJI	vi
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	vii
PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR	viii
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Batasan Masalah	5
D. Tujuan Penelitian	6
E. Manfaat Penelitian	6
F. Sistematika Penulisan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
A. Teori Penunjang	9
1. Perencanaan	9
2. Bandar Udara	9
3. Fasilitas Sisi Udara	10
4. Apron	11
5. Metode Peramalan (<i>forecasting</i>) Pergerakan Pesawat	20
6. Metode Perhitungan Jam Puncak	21

7. Perhitungan Kebutuhan Jumlah Parking Stand Pesawat Udara	22
8. Penentuan Beban Pesawat Kritis	23
9. Perkerasan Kaku	26
10. Perencanaan Perkerasan Kaku.....	29
11. <i>Pavement Classification Number</i> (PCN).....	32
12. <i>Software</i> FAARFIELD	35
13. <i>Software</i> COMFAA	37
14. Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	38
B. Penelitian Terdahulu	40
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	45
A. Metode Penelitian	45
B. Variabel Penelitian	46
C. Jenis dan Sumber Data	47
1. Data Primer.....	47
2. Data Sekunder	48
D. Teknik Pengumpulan Data.....	48
1. Observasi Lapangan	49
2. Studi Dokumentasi	50
E. Instrumen dan Perangkat Analisis	51
1. Instrumen Penelitian	51
2. Perangkat Analisis Penelitian	54
F. Teknik Analisis Data.....	54
1. Analisis Data Historis Pergerakan Pesawat.....	55
2. <i>Forecasting</i> Pergerakan Pesawat.....	55
3. Perhitungan Jam Puncak Tahun Rencana	56
4. Perhitungan Kebutuhan Jumlah Parking Stand	57

5. Penentuan Pesawat Kritis	58
6. Penentuan Dimensi Pengembangan Apron	59
7. Perencanaan Struktur Perkerasan Kaku.....	60
8. Evaluasi Kekuatan Perkerasan Menggunakan COMFAA.....	61
9. Penyusunan Rencana Anggaran Biaya	62
G. Tempat dan Waktu Penelitian	62
H. Bagan Alir Penelitian.....	64
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	65
A. Hasil.....	65
1. Kondisi Eksisting Apron.....	65
2. <i>Forecasting</i>	67
3. Perencanaan Dimensi Pengembangan Apron	79
4. Perencanaan Tebal Perkerasan.....	85
5. Rencana Anggaran Biaya	101
B. Pembahasan	105
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	110
A. Simpulan.....	110
B. Saran	111
DAFTAR PUSTAKA.....	112
LAMPIRAN.....	118

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Instrumen Observasi Lapangan.....	118
Lampiran B Lembar Validasi Instrumen Observasi Lapangan	118
Lampiran C Hasil Instrumen Observasi Lapangan	119
Lampiran D Instrumen Studi Dokumentasi	120
Lampiran E Lembar Validasi Instrumen Studi Dokumentasi	121
Lampiran F Hasil Instrumen Studi Dokumentasi	121
Lampiran G Dokumentasi Data Dimensi Struktur Perkerasan Eksisting	122
Lampiran H Observasi Area Pengembangan Apron	123
Lampiran I Area Pengembangan Apron.....	123
Lampiran J Dokumentasi Kondisi Apron Penuh Saat Peak Moment	124
Lampiran K Dokumentasi Kondisi Penumpang Saat Peak Moment	125
Lampiran L Dokumentasi Proses Pengumpulan Data Oleh Unit Terkait	125
Lampiran M Standar Harga Satuan Dalam Penentuan RAB	127
Lampiran N Perhitungan Forecasting Pergerakan Pesawat 10 Tahun Mendatang	127
Lampiran O Perhitungan Peak Month Ratio	129
Lampiran P Perhitungan Peak Day Ratio.....	129
Lampiran Q Perhitungan Peak Hour Ratio	131
Lampiran R Detail Perhitungan Volume RAB.....	132
Lampiran S Daftar Harga Satuan Upah Pekerjaan.....	137
Lampiran T Daftar Harga Satuan Bahan Material	137
Lampiran U Harga Sewa Peralatan	138
Lampiran V Analisa Harga Satuan	139
Lampiran W Dokumentasi Pelaksanaan Bimbingan.....	145
Lampiran X Dokumentasi Lembar Bimbingan.....	146
Lampiran Y Hasil Pengecekan Plagiarisme	147

DAFTAR GAMBAR

Gambar I. 1 Kondisi Apron Saat Parking Stand Penuh	3
Gambar II. 1 Layout Bandar Udara Internasional Jenderal Ahmad Yani.....	10
Gambar II. 2 Penampang Samping Apron	19
Gambar II. 3 Dimensi Apron.....	19
Gambar II. 4 Struktur Perkerasan Kaku	27
Gambar II. 5 Software FAARFIELD	36
Gambar II. 6 Software COMFAA	38
Gambar III. 1 Alur Pengolahan Data Penelitian.....	45
Gambar III. 2 Hubungan Antar Variabel	47
Gambar IV. 1 Layout Apron Eksisting	65
Gambar IV. 2 Kondisi Parking Stand Saat Terisi Penuh	66
Gambar IV. 3 Dual Wheel Main Gear with Dual Wheel Nose Gear.....	89
Gambar IV. 4 Input Data Perencanaan Tebal Perkerasan pada FAARFIELD	95
Gambar IV. 5 Hasil Run Aplikasi FAARFIELD	96
Gambar IV. 6 Input Data Lapisan Perkerasan Pada COMFAA Excel	98
Gambar IV. 7 Input Data Perkerasan dan Pesawat pada COMFAA	99
Gambar IV. 8 Hasil PCN dan ACN COMFAA	100
Gambar IV. 9 Forecasting Pergerakan Pesawat Tahun 2026-2035	105
Gambar IV. 10 Layout 2D Area Pengembangan Apron	107
Gambar IV. 11 Rencana Tebal Perkerasan Kaku.....	108

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Konsep Apron	13
Tabel II. 2 Konfigurasi Parkir Pesawat	15
Tabel II. 3 Jarak Bebas Antar Ujung Sayap Pesawat Udara.....	17
Tabel II. 4 Jarak Pemisah (Separation Distances)	17
Tabel II. 5 Dimensi Apron.....	20
Tabel II. 6 Contoh Menentukan Pesawat Kritis	24
Tabel II. 7 Konfigurasi Roda Pendaratan Pesawat.....	25
Tabel II. 8 Konversi Tipe Roda Pendaratan	31
Tabel II. 9 Kode Konstruksi Tipe Perkerasan	33
Tabel II. 10 Kode Kekuatan Daya Dukung Tanah Perkerasan Lentur	33
Tabel II. 11 Kode Kekuatan Daya Dukung Tanah Perkerasan Kaku	34
Tabel II. 12 Kode Tekanan Roda Pesawat.....	34
Tabel II. 13 Kode Metode Evaluasi.....	35
Tabel III. 1 Kisi-Kisi Instrumen Penelitian	52
Tabel III. 2 Jadwal Pelaksanaan Penelitian	63
Tabel IV. 1 Data Eksisting Apron.....	66
Tabel IV. 2 Data Pergerakan Pesawat Tahun 2019, 2022-2025	67
Tabel IV. 3 Data Peak Month Pergerakan Pesawat	68
Tabel IV. 4 Data Peak Day	69
Tabel IV. 5 Data Peak Hour.....	70
Tabel IV. 6 Perhitungan Forecasting Jumlah Pergerakan Pesawat.....	71
Tabel IV. 7 Forecasting Pergerakan Pesawat 10 Tahun Mendatang.....	73
Tabel IV. 8 Peak Month Ratio	74
Tabel IV. 9 Peak Day Ratio	75
Tabel IV. 10 Peak Hour Ratio.....	77
Tabel IV. 11 Gate Occupancy Time Pesawat Pada Jam Puncak	79
Tabel IV. 12 Perbandingan Kebutuhan Parking Stand dengan Kapasitas Eksisting	80
Tabel IV. 13 Data Jenis Pesawat yang Beroperasi	81
Tabel IV. 14 Hasil Perhitungan Wheel Load Pesawat.....	82

Tabel IV. 15 Data Geometrik Pesawat untuk Penentuan Dimensi Apron	83
Tabel IV. 16 Karakteristik B737-900ER	83
Tabel IV. 17 Data Pesawat Eksisting.....	86
Tabel IV. 18 Gear Departure Masing-Masing Pesawat	87
Tabel IV. 19 Beban Roda Pesawat Eksisting.....	88
Tabel IV. 20 Nilai R2, W2, dan W1	90
Tabel IV. 21 Nilai Equivalent Annual Departure	91
Tabel IV. 22 Ketebalan Minimum Lapisan Perkerasan Kaku	94
Tabel IV. 23 Kondisi K-value dan Tekanan Ban	101
Tabel IV. 24 Daftar Rangkaian Pekerjaan	101
Tabel IV. 25 Rencana Anggaran Biaya.....	103
Tabel IV. 26 Rekapitulasi Biaya	104

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
ACI	<i>Airports Council International</i>	1
BPS	Badan Pusat Statistik	1
ICAO	<i>International Civil Aviation Organization</i>	1
AMC	<i>Apron Movement Control</i>	2
FAA	<i>Federal Aviation Administration</i>	2
WIB	Waktu Indonesia Barat	3
DJPU	Direktorat Jenderal Perhubungan Udara	4
RAB	Rencana Anggaran Biaya	4
PMM	<i>Peak Month Movement</i>	21
PDM	<i>Peak Day Movement</i>	21
PHM	<i>Peak Hour Movement</i>	22
MTOW	<i>Maximum Take-Off Weight</i>	24
CBR	<i>California Bearing Ratio</i>	30
EAD	<i>Equivalent Annual Departures</i>	30
ACN	<i>Aircraft Classification Number</i>	32
PCN	<i>Pavement Classification Number</i>	32
CDF	<i>Pavement Classification Number</i>	35
FAARFIELD	<i>Cumulative Damage Factor</i>	35
COMFAA	<i>Computer Program for Aircraft Classification Number/Pavement Classification Number</i>	37
DSWL	<i>Derived Single Wheel Load</i>	37
HPK	Harga Pokok Kegiatan	39
PUPR	Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	39
AHSP	Analisis Harga Satuan Pekerjaan	39
SOP	Standar Operasional Prosedur	43

OJT	<i>On the Job Training</i>	49
PDR	<i>Peak Day Ratio</i>	56
PHR	<i>Peak Hour Ratio</i>	56
PMR	<i>Peak Month Ratio</i>	56

LAMBANG	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
C	Jarak ruang antar ujung sayap pesawat (<i>clearance</i>)	16
C_t	Jarak ruang ujung sayap pesawat dengan tepi apron	17
N_{month}	Jumlah pergerakan pesawat pada bulan puncak	21
N_{Day}	Jumlah pergerakan pesawat pada hari puncak	21
N_{Hour}	Jumlah pergerakan pesawat pada jam puncak	21
N_{Year}	Jumlah pergerakan pesawat pada tahun puncak	21
R_{month}	<i>Peak Month Ratio</i>	21
R_{Day}	<i>Peak Day Ratio</i>	21
R_{Hour}	<i>Peak Hour Ratio</i>	21
f'_c	Kuat tekan beton	29
MR	Kekuatan lentur (<i>flexural strength / modulus of rupture</i>)	29
K	Konstanta kuat lentur beton	29
k	Modulus reaksi tanah dasar (<i>k-value</i>)	30
R_1	<i>Equivalent Annual Departure</i> (EAD) pesawat rencana	30
R_2	<i>Annual departure</i> dikonversi ke pesawat rencana (<i>gear departure</i>)	31
W_1	Beban roda pesawat rencana	31
W_2	Beban roda pesawat yang dikonversi	31
N_i	Jumlah kedatangan pesawat selama periode jam puncak	35
n_i	Jumlah repetisi beban aktual dari pesawat ke-i	35
x	Variabel bebas (periode waktu/tahun)	46

y	Variabel terikat (jumlah pergerakan pesawat)	46
a	Konstanta regresi	46
b	Koefisien regresi	46
S	Jumlah kebutuhan <i>parking stand</i>	58
T_i	Waktu lama pesawat menempati <i>parking stand (gate occupancy time)</i>	58
a	Jumlah <i>parking stand cadangan</i>	59
n	Jumlah <i>parking stand</i> tambahan	46
R	Radius putar pesawat udara	62
W	Lebar sayap pesawat (<i>wingspan</i>)	62
l_e / LAE	Panjang apron eksisting	65
l_r / PAR	Panjang apron keseluruhan setelah pengembangan	66
PPA	Panjang pengembangan apron	67

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Transportasi udara pascapandemi menunjukkan kecenderungan pemulihan yang diikuti peningkatan permintaan perjalanan. Secara global, Airports Council International dan ICAO melaporkan bahwa trafik penumpang udara pada tahun 2024 telah mencapai 9,5 miliar penumpang atau sekitar 104% dari tingkat tahun 2019 (ACI, 2025). Pada tingkat nasional, data rilis Badan Pusat Statistik (BPS) menjabarkan bahwa volume pergerakan rute domestik di Indonesia sepanjang tahun 2024 berada di angka 63,7 juta jiwa, sementara penumpang internasional mencapai 19,0 juta jiwa. Apabila dikomparasikan dengan rekam data operasional di tahun 2023, kedua sektor tersebut menunjukkan tren kenaikan berturut-turut di kisaran 1,76% serta 21,46% (BPS, 2025). Tingginya lonjakan mobilitas ini menjadi indikator kuat pulihnya ritme penerbangan, yang secara otomatis memicu urgensi penyesuaian kapasitas infrastruktur bandar udara, khususnya pada area sisi udara (*airside*).

Kelancaran operasional penerbangan di kawasan sisi udara sangat bergantung pada ketersediaan apron. Apron dialokasikan secara khusus sebagai area parkir pesawat untuk mengakomodasi naik turunnya penumpang, aktivitas bongkar muat kargo, suplai avtur, hingga prosedur penanganan teknis dasar. Karena fungsinya yang sangat intensif, apron tidak hanya harus tersedia secara fisik, tetapi juga harus mampu melayani kebutuhan operasional secara aman, tertib, dan efisien. Oleh sebab itu, kapasitas apron perlu direncanakan sesuai karakteristik lalu lintas pesawat yang dilayani, sedangkan struktur perkerasannya harus dirancang agar mampu menahan beban operasional pesawat rencana. FAA menegaskan bahwa apron diklasifikasikan sebagai prasarana penerbangan yang memiliki ketentuan geometrik tersendiri (FAA, 2024), dan perkerasan bandar udara harus dirancang secara khusus untuk mendukung operasional pesawat (FAA, 2021).

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pertumbuhan pergerakan pesawat berkaitan langsung dengan kebutuhan pengembangan apron. Januari dkk. (2021) menyatakan bahwa keterbatasan kapasitas apron dapat menimbulkan waktu tunggu pesawat dan mengganggu kelancaran operasi di sisi udara. Dwinata & Rivai (2022) juga menjelaskan bahwa peningkatan pergerakan pesawat yang tidak diimbangi dengan kecukupan fasilitas apron berpotensi menimbulkan gangguan operasional, sehingga diperlukan perluasan apron beserta perencanaan perkerasannya. Selain itu, Widyawati dkk. (2024) menyebutkan bahwa ketika jumlah penerbangan pada jam puncak telah melebihi kapasitas apron eksisting, salah satu langkah yang dapat dilakukan adalah menambah ruang parkir melalui pengembangan area apron. Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa evaluasi kapasitas apron dan perencanaan struktur perkerasan merupakan dua aspek yang saling berkaitan dalam pengembangan fasilitas sisi udara.

Kondisi tersebut relevan dengan keadaan di Bandar Udara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang. Berdasarkan data operasional, bandar udara ini pada tahun 2025 melayani 56.844 pergerakan pesawat. Pada bulan Desember 2025 tercatat 7.112 pergerakan pesawat, yang merupakan jumlah tertinggi dalam satu bulan dan meningkat sekitar 16,3% dibandingkan periode yang sama pada tahun 2024. Data tersebut menunjukkan bahwa aktivitas operasional di Bandar Udara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang terus meningkat serta menuntut kesiapan fasilitas sisi udara yang memadai, khususnya apron sebagai area parkir dan pelayanan pesawat.

Indikasi keterbatasan kapasitas apron di bandar udara tersebut terlihat dari kondisi operasional aktual. Berdasarkan data internal Apron Movement Control (AMC), apron eksisting saat ini memiliki 12 *parking stand*. Pada periode operasional tertentu, seluruh *parking stand* kerap kali terisi penuh, sehingga pesawat yang baru mendarat harus menunggu di taxiway sampai pesawat lain di apron menyelesaikan proses *pushback*. Kondisi ini menunjukkan bahwa kapasitas apron eksisting mulai mengalami tekanan pelayanan, terutama pada

jam-jam tertentu ketika intensitas kedatangan dan keberangkatan pesawat meningkat. Keadaan tersebut tidak hanya mengurangi efisiensi pergerakan di sisi udara, tetapi juga berpotensi menimbulkan antrean dan delay operasional.



Gambar I. 1 Kondisi Apron Saat *Parking Stand* Penuh
(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

Permasalahan tersebut semakin kuat apabila dikaitkan dengan hasil pengamatan lapangan dan tren kenaikan pergerakan pesawat. Kondisi *parking stand* penuh bukan merupakan kejadian insidental, tetapi sudah beberapa kali terjadi dan menjadi salah satu indikasi perlunya pengembangan apron. Situasi ini cenderung lebih menonjol pada periode dengan permintaan tinggi, seperti masa Hari Raya Idulfitri, Natal, dan Tahun Baru. Data operasional juga menunjukkan bahwa puncak harian pada bulan Desember 2025 terjadi pada tanggal 23 Desember dengan total 254 pergerakan pesawat, sedangkan *peak hour* tercatat pada rentang waktu pukul 10.00-11.00 WIB dengan jumlah 23 pergerakan pesawat. Pada kondisi tersebut, keterbatasan kapasitas *stand* dapat mengganggu kelancaran pergerakan pesawat di apron dan *taxilane*.

Secara normatif, kapasitas apron seharusnya ditentukan melalui perhitungan yang sistematis dan mengacu pada ketentuan teknis yang berlaku. Hal ini ditegaskan dalam Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor PR-

DJPU 21 Tahun 2025 tentang Petunjuk dan Tata Cara Perhitungan Kapasitas Apron dan Kapasitas Terminal Penumpang, 2025. Dalam operasional bandar udara, apron tidak hanya dituntut mampu menampung pesawat yang sedang parkir, tetapi juga perlu memiliki kapasitas cadangan agar proses kedatangan pesawat, parkir, *pushback*, dan pelayanan darat dapat berlangsung tanpa saling mengganggu. Apabila kapasitas yang tersedia tidak lagi sejalan dengan kebutuhan operasional aktual, maka pengembangan apron menjadi langkah yang perlu dipertimbangkan. Namun, pengembangan tersebut tidak cukup berhenti pada penambahan luas area semata. Area pengembangan juga harus didukung oleh desain struktur perkerasan yang mampu menahan beban pesawat secara aman dan fungsional.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan penelitian yang dapat menilai kebutuhan pengembangan apron pada fasilitas Bandar Udara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang secara kuantitatif. Penelitian ini dilakukan melalui analisis dan evaluasi data historis pergerakan pesawat tahun 2019 dan 2022-2025, kemudian dilanjutkan dengan peramalan (*forecasting*) pergerakan pesawat untuk 10 tahun mendatang. Data tahun 2020-2021 dikesampingkan mengingat periode tersebut dipengaruhi oleh kondisi pandemi COVID-19, sehingga tidak merepresentasikan pola operasional pada kondisi normal. Hasil *forecasting* digunakan untuk menentukan kebutuhan pengembangan area apron, jumlah *parking stand* yang diperlukan, dan luas area yang harus disiapkan. Setelah kebutuhan pengembangan ditentukan, tahap selanjutnya adalah merencanakan struktur perkerasan kaku pada area pengembangan berdasarkan pesawat kritis hasil analisis serta menyusun Rencana Anggaran Biaya (RAB). Dari serangkaian tahapan tersebut, penelitian ini diharapkan dapat memberikan usulan pengembangan apron berlandaskan analisis kebutuhan operasional dan perencanaan teknis yang dapat dipertanggungjawabkan. Atas dasar uraian tersebut, penelitian ini disusun menjadi Tugas Akhir dengan judul “Perencanaan Struktur Perkerasan Kaku pada Pengembangan Area Apron Bandar Udara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang.”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil *forecasting* pergerakan pesawat di Bandar Udara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang untuk periode sepuluh tahun mendatang (2026-2035)?
2. Berapa kebutuhan penambahan *parking stand* beserta dimensi pada area pengembangan apron berdasarkan hasil *forecasting* tersebut?
3. Bagaimana desain teknis struktur perkerasan kaku pada area pengembangan apron?
4. Berapa total estimasi Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang dibutuhkan untuk pelaksanaan pekerjaan pengembangan apron?

C. Batasan Masalah

Penetapan batasan ini berfungsi untuk mempertegas ruang lingkup pembahasan serta memastikan keselarasan terhadap tujuan capaian penelitian. Parameter pembatas penelitian ini diuraikan melalui poin-poin berikut:

1. Penelitian ini berfokus pada pengembangan area apron dan tidak membahas fasilitas sisi udara lainnya secara menyeluruh.
2. Analisis *forecasting* pergerakan pesawat dibatasi pada proyeksi 10 tahun mendatang, yang dihitung berdasarkan data historis operasional tahun 2019 dan 2022-2025.
3. Perencanaan struktur dibatasi pada jenis perkerasan kaku, dengan menggunakan program FAARFIELD untuk menghitung tebal pelat dan aplikasi COMFAA untuk mengevaluasi daya dukungnya.
4. Parameter pembebanan perkerasan sepenuhnya mengacu pada karakteristik beban roda utama (*main gear*) dari pesawat kritis
5. Perancangan fisik dibatasi pada dimensi geometrik dan tebal beton. Penelitian ini tidak menyertakan detail penulangan baja, sistem utilitas, kemiringan drainase, analisis lingkungan, maupun metode pelaksanaan konstruksi.

6. Tinjauan biaya murni dibatasi pada estimasi Rencana Anggaran Biaya (RAB) fisik konstruksi, tanpa memperhitungkan kelayakan investasi bandara secara makro maupun manajemen penjadwalan maskapai.

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui hasil *forecasting* pergerakan pesawat di Bandar Udara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang (2026-2035)
2. Menentukan kebutuhan penambahan *parking stand* beserta dimensi pada area pengembangan apron berdasarkan hasil *forecasting* tersebut
3. Merencanakan desain teknis struktur perkerasan kaku pada area pengembangan apron
4. Menghitung total estimasi Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang dibutuhkan untuk pelaksanaan pekerjaan pengembangan apron

E. Manfaat Penelitian

Terdapat sejumlah manfaat yang diharapkan dapat dicapai melalui pelaksanaan penelitian ini, di antaranya:

1. Manfaat Praktis
 - a. Menyediakan dasar pertimbangan teknis bagi pengelola Bandar Udara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang dalam merencanakan arah pengembangan apron, berdasarkan hasil *forecasting* pergerakan pesawat udara.
 - b. Menyediakan rancangan teknis struktur perkerasan kaku pada area pengembangan apron yang disesuaikan dengan beban pesawat kritis hasil analisis dan parameter teknis setempat.
2. Manfaat Teoritis
 - a. Menambah referensi dan kajian terapan di bidang teknologi rekayasa bandar udara, khususnya mengenai korelasi antara analisis pergerakan pesawat, *forecasting*, penentuan kapasitas apron, dan perencanaan struktur perkerasan kaku.

- b. Memberikan gambaran penerapan pendekatan kuantitatif deskriptif analitis dalam perencanaan fasilitas sisi udara yang mengintegrasikan data operasional riil dengan parameter teknis perkerasan.

3. Manfaat Bagi Peneliti

Meningkatkan pemahaman dan kompetensi peneliti dalam mengolah data operasional penerbangan, melakukan *forecasting* pergerakan pesawat, menentukan kebutuhan pengembangan apron, serta menyusun desain struktur perkerasan kaku dan estimasi biaya pada fasilitas sisi udara bandar udara.

F. Sistematika Penulisan

Rincian mengenai sistematika penulisan Tugas Akhir ini dijabarkan melalui urutan pembahasan yang terstruktur pada poin-poin dibawah ini:

BAB I PENDAHULUAN

Memuat penjabaran terkait latar belakang, penetapan rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Memuat dasar-dasar teori dan referensi pendukung yang memiliki keterkaitan erat dengan bandar udara, fasilitas apron dan *parking stand*, analisis pergerakan pesawat, kondisi puncak operasional, metode *forecasting*, karakteristik pesawat hasil analisis, prinsip perencanaan struktur perkerasan kaku bandar udara, serta penggunaan program komputasi berbasis FAARFIELD dan COMFAA sebagai instrumen analisis kekuatan perkerasan di bandar udara.

BAB III METODE PENELITIAN

Mendeskripsikan desain-desain operasional penelitian, penetapan lokasi dan waktu pelaksanaan penelitian, sumber, beserta teknik pengumpulan data, metode *forecasting* pergerakan pesawat untuk 10 tahun mendatang, prosedur penentuan kebutuhan pengembangan

apron, tahapan perencanaan struktur perkerasan kaku menggunakan FAARFIELD, evaluasi menggunakan COMFAA, serta penyusunan Rencana Anggaran Biaya.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Memaparkan hasil dari proses pengolahan data pergerakan pesawat, hasil *forecasting* untuk 10 tahun mendatang, analisis kebutuhan pengembangan apron, hasil perencanaan dan evaluasi struktur perkerasan, serta perhitungan Rencana Anggaran Biaya. Seluruh hasil tersebut dibahas dengan berpedoman pada literatur akademik, regulasi teknis yang relevan, serta situasi aktual yang terjadi pada objek pengamatan.

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

Menguraikan hasil akhir yang memberikan jawaban atas rumusan masalah penelitian yang diperoleh melalui hasil analisis dan pembahasan, dilengkapi dengan masukan aplikatif bagi tahap pengembangan penelitian selanjutnya maupun rekomendasi teknis yang dapat dipertimbangkan pada implementasi di lapangan.