

**PERENCANAAN KETEBALAN PERKERASAN KAKU
UNTUK *SURFACE LEVEL HELI*PORT DI BANDAR UDARA
JENDERAL AHMAD YANI SEMARANG**

TUGAS AKHIR

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

Oleh :

ANAS SYAHRA PUTRA

NIT. 56192110003



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

Juli 2025

**PERENCANAAN KETEBALAN PERKERASAN KAKU
UNTUK *SURFACE LEVEL HELI*PORT DI BANDAR UDARA
JENDERAL AHMAD YANI SEMARANG**

TUGAS AKHIR

Oleh :

ANAS SYAHRA PUTRA

NIT. 56192110003



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

Juli 2025

ABSTRAK

PERENCANAAN KETEBALAN PERKERASAN KAKU UNTUK *SURFACE LEVEL HELIPORT* DI BANDAR UDARA JENDERAL AHMAD YANI SEMARANG

Oleh:

ANAS SYAHRA PUTRA

NIT. 56192110003

**Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara
Program Sarjana Terapan**

Bandar Udara Jenderal Ahmad Yani Semarang saat ini belum memiliki fasilitas *surface level Heliport* yang memadai, padahal aktivitas helikopter di *apron* bandara tergolong tinggi, baik untuk keperluan penerbangan niaga, evakuasi medis, hingga misi khusus TNI dan POLRI. Tingginya intensitas operasi helikopter tanpa fasilitas *Heliport* khusus berpotensi mengganggu lalu lintas pesawat tetap (*fixed-wing*) serta meningkatkan risiko keselamatan penerbangan. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan pembangunan *Heliport* dengan struktur perkerasan kaku yang mampu mendukung operasional helikopter berat seperti AW-189. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan dimensi dan ketebalan perkerasan kaku pada *surface-level Heliport* di Bandar Udara Jenderal Ahmad Yani Semarang, berdasarkan karakteristik helikopter rencana AW-189 dengan MTOW 8.600 kg. Metode penelitian menggunakan pendekatan *mix metode*, yaitu pengumpulan data kualitatif melalui observasi lapangan dan wawancara, serta analisis kuantitatif melalui perhitungan *annual departure*, perhitungan beban roda, hingga simulasi ketebalan perkerasan menggunakan perangkat lunak FAARFIELD dan COMFAA milik FAA. Perencanaan juga mengacu pada standar ICAO Annex 14 Volume II dan FAA *Advisory Circular* 150/5320-6F. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa ketebalan perkerasan kaku berupa lapisan beton (P-501) setebal 13 cm dengan lapisan subbase P-154 setebal 15 cm, serta serta didapatkannya *maximum allowable gross weight* dengan nilai 23.460 lbs sehingga struktur rencana yang digunakan telah memenuhi berat maksimal helikopter AW-189. Nilai *Pavement Classification Number* (PCN) sebesar 7,9 lebih tinggi dari *Aircraft Classification Number* (ACN) sebesar 6,4, yang berarti struktur perkerasan aman untuk digunakan dalam jangka panjang. Selain itu, desain *Heliport* dilengkapi dengan sistem marka dan penerangan sesuai ICAO, serta rancangan *Final Approach and Take-Off Area*

(FATO), *Touchdown and Lift-Off Area* (TLOF), dan *Safety Area* dengan dimensi yang sesuai standar.

Kata kunci: Bandar Udara Jenderal Ahmad Yani, FAARFIELD, Helikopter AW-189, *Heliport*, Perkerasan Kaku.

ABSTRACT

RIGID PAVEMENT THICKNESS DESIGN FOR A SURFACE-LEVEL HELIPORT AT JENDERAL AHMAD YANI AIRPORT, SEMARANG

by:

ANAS SYAHRA PUTRA

NIT. 56192110003

***Airport Engineering Technology Study Program
Applied Bachelor Program***

Jenderal Ahmad Yani Airport in Semarang currently lacks a proper surface-level Heliport facility, despite the high frequency of helicopter operations for passenger services, medical evacuations, and military and police missions. The frequent helicopter landings and take-offs on the apron without dedicated Heliport facilities can potentially disrupt fixed-wing aircraft movements and compromise flight safety. Therefore, planning for a surface-level Heliport with rigid pavement capable of supporting heavy helicopter operations, such as the AW-189, is necessary. This study aims to design the dimensions and rigid pavement thickness for a surface level Heliport at Jenderal Ahmad Yani Airport based on the AW-189 helicopter, which has a Maximum Takeoff Weight (MTOW) of 8,600 kg. The research employs a mixed-method approach, combining qualitative data through field observations and interviews with quantitative analysis, including annual departure calculations, wheel load computations, and pavement thickness simulations using FAARFIELD and COMFAA software from the FAA. The planning process also adheres to ICAO Annex 14 Volume II and FAA Advisory Circular 150/5320-6F standards. The calculation results indicate that a rigid pavement structure comprising a 15 cm thick Portland Cement Concrete (P-501) slab and a 15 cm P-154 granular subbase layer and the maximum allowable gross weight was obtained with a value of 23.460 lbs so that the planned structure used has met the maximum weight of the AW-189 helicopter. The resulting Pavement Classification Number (PCN) of 7.9 exceeds the Aircraft Classification Number (ACN) of 6.4, ensuring the long-term reliability and safety of the pavement structure. Additionally, the Heliport design includes marking and lighting systems in accordance with ICAO regulations, along with properly sized Final Approach and Take-Off Area (FATO), Touchdown and Lift-Off Area (TLOF), and Safety Area. This planning is expected to serve as a reference for the development of Heliport facilities at Jenderal Ahmad Yani Airport and other similar in Indonesia. The study reinforces the importance of applying rigid pavement

structures for Heliports with high operational intensity due to their superior load-bearing capacity and relatively low maintenance costs.

Kata kunci: *Airport Jenderal Ahmad Yani, FAARFIELD, , Heliport, Helikopter AW-189, Rigid Pavement.*

PENGESAHAN PEMBIMBING

Tugas Akhir : “PERENCANAAN KETEBALAN PERKERASAN KAKU UNTUK *SURFACE LEVEL HELIPORT* DI BANDAR UDARA 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-2, Politeknik Penerbangan Palembang – Palembang.



Nama : ANAS SYAHRA PUTRA

NIT : 56192110003

PEMBIMBING I

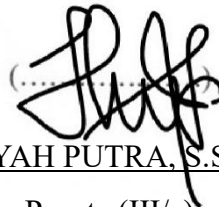


Ir. VIKTOR SURYAN, S.T., M.Sc.

Penata TK.1 (III/d)

NIP. 19861008 200912 1 004

PEMBIMBING II



IWANSYAH PUTRA, S.S., M.Pd.

Penata (III/c)

NIP. 19840513 201902 1 001

KETUA PROGRAM STUDI



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

Pembina (IV/a)

NIP. 19810306 200212 1 001

PENGESAHAN PENGUJI

Tugas Akhir : “PERENCANAAN KETEBALAN PERKERASAN KAKU UNTUK *SURFACE LEVEL HELIPORT* DI BANDAR UDARA JENDERAL AHMAD YANI SEMARANG” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan. Tugas Akhir ini telah dinyatakan LULUS Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan pada tanggal 15 Juli 2025.

KETUA



MOHAMMAD SYUKRI PESILETTE, S.T., M. Si.

Pembina Tk.1 (IV/b)

NIP. 19720908 199803 1 002

SEKRETARIS



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

Penata Tk.1 (III/d)

NIP. 19861008 200912 1 004

ANGGOTA



HERLINA FEBIYANTI, S.T., M.M.

Penata Tk.1 (III/d)

NIP. 19830207 200712 2 002

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Anas Syahra Putra

NIT : 56192110003

Program Studi : Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan

Menyatakan bahwa Tugas Akhir berjudul “PERENCANAAN KETEBALAN PERKERASAN KAKU UNTUK *SURFACE LEVEL HELIPORT* DI BANDAR UDARA JENDERAL AHMAD YANI SEMARANG” merupakan karya asli saya bukan hasil *plagiarisme*.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar akademik dari Politeknik Penerbangan Palembang.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak mana pun.

Palembang, 23 Juli 2025
Yang Membuat Pernyataan

A 10,000 Rupiah Indonesian postage stamp featuring the Garuda Pancasila emblem and a signature. The stamp includes the text "SEPULUH RIBU RUPIAH", "10000", "METEPAI TEMPEL", and the serial number "19399AMX41410/283".

Anas Syahra Putra

NIT. 56192110003

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:

Putra, A. S. (2025): *Perencanaan Ketebalan Perkerasan kaku Surface level Heliport di Bandar Udara 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 untuk

Abah Roniansyah dan Mamah Herawati

Terima kasih atas semua semangat dan doa yang dicurahkan tiada henti-hentinya . Karya ini ungkapan rasa cinta dan sayang yang tulus dari anakmu.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Tugas Akhir ini berjudul “Perencanaan Ketebalan Perkerasan Kaku untuk *Surface level Heliport di Bandar Udara Jenderal Ahmad Yani Semarang*” ini dengan baik dan lancar. Tugas akhir ini ditulis untuk memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Diploma Empat Politeknik Penerbangan Palembang. Penelitian ini bertujuan Untuk merencanakan tebal perkerasan kaku *surface level Heliport type helicopter* AW-189 menganalisis beban menggunakan perangkat lunak FAARFIELD dan COMFAA, serta mempertimbangkan nilai ACN/PCN, beban roda, dan kekuatan beton, sehingga menghasilkan desain yang layak secara teknis dan ekonomis untuk mendukung operasi *helicopter* di Bandar Udara Jenderal Ahmad Yani Semarang. Penulis menyadari bahwa penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

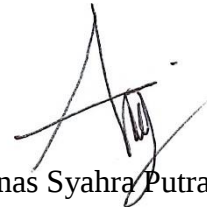
1. Bapak Capt. Ahmad Hariri, S. T., S. Si. T., M. T. selaku Direktur Politeknik Penerbangan Palembang;
2. Bapak Ir. M. Indra Martadinata, S.ST., M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara;
3. Bapak Ir. Viktor Suryan, S.T., M.Sc. dan Bapak Iwansyah Putra, S.S., M.Pd. selaku dosen pembimbing penulis yang dengan setia menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran serta dengan sabar memberikan ilmu, arahan, dan masukkan pada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini;
4. Kepada seluruh Bapak/Ibu dosen Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan mengajarkan hal – hal baru yang sangat berguna bagi penulis;
5. Bapak Alfian Budikusuma, Bapak Agus Pramana, Ibu Feilla Renggani Ustianissa, dan Ibu Sari Kurniawati selaku *Supervisor On the Job Training/ Facilities Technician* yang membantu dan menerima penulis dalam mengumpulkan data tugas akhir

6. Bapak Rudito Purwo Nugroho selaku *Mechanical Team Leader/Supervisor* yang telah senantiasa membantu dan membimbing penulis.
7. Orang tua penulis, Bapak Roniansyah dan Ibu Herawati, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada orang tua tercinta. Tanpa doa, dukungan, dan kasih sayang yang tidak pernah putus, penulis tidak akan bisa sampai di titik ini. Terima kasih atas kesabaran yang luar biasa dalam mendampingi dan memberi semangat selama perjalanan ini;
8. Dede penulis, Vania Nabila Syahra Putri terima kasih telah membantu memberikan semangat dan dukungan dalam mengerjakan tugas akhir;
9. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam penulisan TA ini.

Penulis juga memohon maaf apabila terdapat kekeliruan atau hal-hal yang kurang berkenan selama proses penyusunan tugas akhir ini. Besar harapan penulis, karya ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat, terutama dalam pengembangan ilmu di bidang Teknologi Rekayasa Bandar Udara.

Palembang, 10 Juli 2025

Penulis



Anas Syahra Putra

Scanned with CamScanner

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A Data Lalu Lintas Helicopter tahun 2023.....	56
LAMPIRAN B Data Lalu Lintas Helicopter tahun 2024.....	58
LAMPIRAN C Kondisi Yang Diinginkan	61
LAMPIRAN D <i>Masterplan</i>	62
LAMPIRAN E Data CBR Tanah	63
LAMPIRAN F RAB Konstruksi.....	65
LAMPIRAN G Lembar Validasi Wawancara	69
LAMPIRAN H Transkrip Wawancara	70
LAMPIRAN I Lembar Bimbingan Dosen Pembimbing 1.....	71
LAMPIRAN J Lembar Bimbingan Dosen Pembimbing II.....	72
LAMPIRAN K Hasil Cek <i>Plagiarisme</i>	73

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
ABSTRACT.....	v
PENGESAHAN PEMBIMBING.....	vii
PENGESAHAN PENGUJI.....	viii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	ix
PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR	x
KATA PENGANTAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBUNG.....	xx
Bab I Pendahuluan.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian	3
E. Manfaat	4
F. Sistematika Penulisan	4
Bab II Tinjauan Pustaka	6
A. Teori Penunjang	6
1. <i>Heliport</i>	6
2. Berat (<i>Weight</i>)	6
3. Dimensi <i>Surface level Heliport</i>	6

4. Perencanaan Konstruksi Perkerasan Beton	7
5. Perencanaan perkerasan.....	9
6. Konstruksi Sambungan.....	11
7. Software FAARFIELD	12
8. Software COMFAA	13
9. Pelat Beton Bertulang	14
10. FAA (Federal Aviation Administration).....	16
11. Marka Desain	17
B. Penelitian terdahulu.....	20
Bab III Metodologi Penelitian.....	24
A. Metode Penelitian	24
B. Bagan Alir	24
C. Studi Literatur	26
E. Analisis Data.....	27
F. Waktu Pelaksanaan	29
Bab IV Hasil dan Pembahasan.....	30
A. Hasil	30
1. Gambaran Umum Perencanaan.....	30
2. Dimensi Rencana <i>Surface level Heliport</i>	30
3. Hasil Wawancara	34
4. Tipe <i>helicopter</i> Kritis yang akan Beroperasi	35
5. Perhitungan <i>Annual departure</i>	37
6. Perhitungan Aplikasi FAARFIELD	38
7. Perencanaan Menggunakan COMFAA	41
8. Dowel.....	43
9. Perhitungan Penulangan.....	44

10. Gambar Terencana	46
11. Rancangan Anggaran Biaya.....	47
B. Pembahasan	48
Bab V Simpulan dan Saran	51
A. Simpulan	51
B. Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar I. 1 Tampak Atas Parking Stand	1
Gambar II. 1 <i>Software</i> FAARFIELD	12
Gambar II. 2 <i>Software</i> COMFAA	14
Gambar II. 3 Desain <i>Heliport</i>	17
Gambar III. 1 Bagan Alir Penelitisn.....	25
Gambar IV. 1 Kondisi Parking Stand	30
Gambar IV. 2 Heliport Rencana	34
Gambar IV. 3 Helikopter AW-189	36
Gambar IV. 4 Startup FAARFIELD	38
Gambar IV. 5 Hasil Modifikasi Material.....	40
Gambar IV. 6 Data Helikopter	40
Gambar IV. 7 COMFAA Support Excel.....	42
Gambar IV. 8 Startup COMFAA.....	42
Gambar IV. 9 Hasil Perhitungan COMFAA.....	43
Gambar IV. 10 Potongan Surface level Heliport.....	46
Gambar IV. 11 Desain Heliport dengan Autocad	46
Gambar IV. 12 Desain Heliport Dengan Software Sketchup	47
Gambar IV. 13 Rancangan Anggaran Biaya	47
Gambar IV. 14 Kondisi Eksisting.....	50
Gambar IV. 15 Area Pendaratan Sekarang	50
Gambar IV. 16 Kondisi Yang Diinginkan	50

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Helikopter Terkritis.....	6
Tabel II. 2 <i>Safety Area</i>	17
Tabel II. 3 Nilai Kekesatan Permukaan.....	19
Tabel II. 4 Penelitian Terdahulu	20
Tabel III. 1 Daftar Nama Narasumber.....	27
Tabel III. 2 Pertanyaan Wawancara.....	27
Tabel III. 3 Jadwal Pelaksanaan Penelitian	29
Tabel IV. 1 Dimensi <i>Heliport</i>	31
Tabel IV. 2 Jenis Lampu <i>Heliport</i>	31
Tabel IV. 3 Desain Marka.....	32
Tabel IV. 4 KKOP <i>Heliport</i>	33
Tabel IV. 5 <i>Slope Heliport</i>	34
Tabel IV. 6 Spesifikasi Helikopter.....	35
Tabel IV. 7 Data Perhitungan Desain Dimensi <i>Heliport</i>	36
Tabel IV. 8 Jenis Helikopter yang Beroperasi	37
Tabel IV. 9 <i>Annual departure</i>	38
Tabel IV. 10 Ketebalan Lapisan Minimum	38
Tabel IV. 11 Hasil Perhitungan FAARFIELD	41
Tabel IV. 12 Dimensi dan Jarak Antar Dowel.....	43

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBUNG

SINGKATAN	Keterangan	Pemakaian pertama kali pada halaman
AW-189	<i>Federal Aviation Administration</i>	1
TNI	Tentara Nasional Indonesia	1
POLRI	Polisi Republik Indonesia	1
COMFAA	<i>Commercial Aircraft Maintenance, Repair and Overhaul</i>	3
FAA	<i>Federal Aviation Administration</i>	3
FAARFIELD	<i>Federal Aviation Administration Rigid and Flexibel iterative Elastic Layered Design</i>	3
FT	<i>Feet</i>	6
LBS	<i>Libras</i>	6
KG	<i>Kilogram</i>	6
CRCP	<i>Continuously Reinforced Concrete Pavement</i>	7
MTOW	<i>Maximum Takeoff Weight</i>	9
CBR	<i>California Bearing Ratio</i>	9
AC	<i>Advisory Circular</i>	12
CDF	<i>Cumulative Damage Factor</i>	12
ACN	<i>Aircraft Classification Number</i>	13
PCN	<i>Pavement Classification Number</i>	13
TLOF	<i>Touchdown and Liftoff Area</i>	17
FATO	<i>Final Approach Touchdown Area</i>	17
eVTOL	<i>Electric Vertical Takeoff and Landing</i>	21
CSE	<i>COMFAA Support Excel</i>	38

LAMBANG

R1	EAD pesawat rencana	9
R2	<i>Annual departure</i> dikonversi ke pesawat rencana	10
W1	Beban roda pesawat rencana	10
W2	Beban roda pesawat yang dikonversi	10
k	Modulus reaksi tanah	10

MR	<i>Flexural Strength</i>	11
f_c'	Kuat tekan beton	11
Fy	Tegangan leleh	41
D	Tinggi Efektif	41
ϕM_n	Nilai momen	41
a	Tinggi blok tegangan persegi ekuivalen	42
As	Luas tulangan melintang yang terpasang pada setiap slab	42

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Bandar Udara Jenderal Ahmad Yani Semarang berlokasi di Kelurahan Tambakharjo, Kecamatan Semarang Barat, Kota Semarang. Nama bandara ini diambil untuk menghormati Jenderal TNI (Anumerta) Ahmad Yani, salah satu Pahlawan Revolusi Indonesia. Pada mulanya, bandara ini merupakan pangkalan udara milik TNI Angkatan Darat. Perubahan statusnya menjadi pelabuhan udara bersama dilakukan melalui Surat Keputusan Bersama Panglima Angkatan Udara, Menteri Perhubungan, dan Menteri Angkatan Darat dengan nomor KEP-932/9/1966, 83/1966, dan S2/1-PHB tertanggal 31 Agustus 1966. Keputusan tersebut mengesahkan status Pelabuhan Udara Kalibanteng Semarang yang kini dikelola oleh Direktorat Jenderal Perhubungan Udara yang berkantor di Jalan Puad Ahmad Yani Semarang. Sejak diresmikan pada 18 Februari 2018, Bandar Udara Jenderal Ahmad Yani Semarang belum dilengkapi dengan fasilitas helipad. Hal ini terlihat dari data lalu lintas penerbangan enam bulan terakhir yang mencatat aktivitas lepas landas dan pendaratan helikopter. Salah satu helikopter terbesar yang direncanakan untuk menggunakan *Heliport* di area permukaan bandara ini adalah AW-189, yang juga tercatat cukup sering melakukan operasi keberangkatan tahunan di bandara tersebut. Selain itu, Bandar Udara Jenderal Ahmad Yani Semarang juga kerap menjadi lokasi operasi helikopter milik TNI dan POLRI dalam rangka penugasan negara maupun kegiatan latihan penerbangan.



Gambar I. 1 Tampak Atas *Parking Stand*
(Sumber : *Google Earth*, 2025)

Berdasarkan PM Perhubungan RI No. 40 Tahun 2015, disebutkan bahwa untuk menjamin keselamatan operasional penerbangan dan pelayanan di bandara, seluruh fasilitas bandar udara yang dioperasikan harus memenuhi standar teknis, kebutuhan, dan kelayakan. Ketentuan ini dimaksudkan untuk mengurangi risiko penerbangan, sehingga pihak pengelola bandara diwajibkan menyediakan fasilitas *Heliport*. Selanjutnya, Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 215 Tahun 2019 mengenai Standar Teknis dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139 (*Manual of Standard CASR Part 139*) Volume II menjelaskan bahwa *Heliport* mencakup berbagai jenis lokasi pendaratan dan lepas landas helikopter, seperti di permukaan tanah (*surface level*), di atas bangunan (*elevated Heliport*), di anjungan lepas pantai atau kapal (*helideck*), serta di atas kapal (*shipboard*). Kepatuhan terhadap standar teknis dan operasional yang ditetapkan oleh Direktorat Jenderal Perhubungan Udara merupakan bagian penting dalam proses pembangunan dan pengoperasian *Heliport* sebagai bentuk komitmen terhadap keselamatan penerbangan.

Karena biaya perawatan rendah serta menyesuaikan berat material semen atau beton, memungkinkan distribusi beban helikopter keseluruhan permukaan sehingga tahan lama, oleh karena itu di nggunakannya perkerasan kaku pada permukaan *level Heliport* (B & Suryono, 2023). Pada penelitian terdahulu, Andi dkk. (2024) melakukan penelitian tentang perencanaan *surface level Heliport* menggunakan perkerasan kaku untuk menopang pesawat super suma yang didistribusikan secara merata. Ini bertujuan mendukung operasional penerbangan dan memenuhi standar keselamatan.

Berdasarkan pengamatan selama melaksanakan *On the Job Training* (OJT) menunjukkan bahwa terdapat aktivitas operasional tambahan di lapangan yang menyebabkan helikopter sering *takeoff* landing di area apron yang tidak ada *marking* helipad. Akibat dari itu, akan ada perencanaan perluasan apron dan pembuatan *marking* helipad. Persiapan yang efektif sangat penting untuk membangun *Heliport* di permukaan tanah dengan struktur perkerasan kaku yang dapat menahan beban helikopter, material seperti semen atau beton dianggap ideal karena mampu mendistribusikan berat secara merata. Selain itu, material ini memiliki keunggulan berupa biaya pemeliharaan yang rendah serta

kemampuan menyesuaikan beban dengan baik. Faktor-faktor tersebut menjadi alasan utama digunakannya perkerasan kaku pada permukaan *Heliport* guna memastikan ketahanan struktur dalam jangka panjang. Tingginya intensitas pesawat helikopter *takeoff landing* pada area apron yang mengganggu jadwal penerbangan menjadi alasan utama dalam perencanaan helipad. Perencanaan yang efisien memiliki peran krusial dalam mendukung kelancaran operasional di bandar udara. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh hasil perhitungan yang digunakan dalam perancangan konstruksi perkerasan kaku yang ditujukan untuk menampung aktivitas helikopter AW-189, helikopter yang beroperasi. Sesuai kondisi yang diuraikan tersebut, maka ada permasalahan di Bandar Udara Jenderal Ahmad Yani Semarang tersebut perlu di bahas ke dalam bentuk tugas akhir yang berjudul. “PERENCANAAN KETEBALAN PERKERASAN KAKU *SURFACE LEVEL HELIPORT* DI BANDAR UDARA JENDERAL AHMAD YANI SEMARANG”

B. Rumusan Masalah

Permasalahan pada penelitian ini dirangkum dalam pertanyaan sebagai berikut:

1. Bagaimana merencanakan tebal perkerasan kaku *surface level Heliport type helicopter* AW-189 di Bandar Udara Jenderal Ahmad Yani Semarang?
2. Bagaimana analisis beban dan faktor keselamatan serta estimasi biaya terhadap struktur perkerasan kaku *Heliport*?

C. Batasan Masalah

Pembahasan penelitian ini difokuskan pada perencanaan *surface level Heliport* yaitu berupa perhitungan menggunakan aplikasi FAARFIELD dan COMFAA, serta desain gambar 2D dan 3D.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini dapat diidentifikasi sebagai berikut:

- a. Untuk merencanakan tebal perkerasan kaku *surface level Heliport type helicopter* AW-189 di Bandar Udara Jenderal Ahmad Yani Semarang
- b. Untuk menganalisis beban dan faktor keselamatan serta estimasi biaya terhadap struktur perkerasan kaku *Heliport*

E. Manfaat

1. Bagi Mahasiswa.
Menambah wawasan dalam mengetahui struktur perkerasan dan *design marking* yang tepat untuk *surface level Heliport*.
2. Bagi Lembaga Pendidikan.
Diharapkan dapat menjadi penelitian baru untuk pembaca yang ingin mengetahui tentang *Heliport*.
3. Bagi pihak bandar udara.
Diharapkan dapat dijadikan rekomendasi dalam menentukan susunan perkerasan dan *design marking surface level Heliport*.

F. Sistematika Penulisan

Berikut sistematika dan ringkasan penelitian dari beberapa bab, antara lain:

BAB I PENDAHULUAN

Membahas latar belakang perlunya pembangunan *surface level Heliport* di Bandara Jenderal Ahmad Yani Semarang, rumusan dan batasan masalah, tujuan serta manfaat penelitian, serta sistematika laporan.

BAB II LANDASAN TEORI

Menyajikan teori-teori dasar yang mendukung penelitian, seperti definisi *Heliport*, struktur perkerasan kaku, perangkat lunak FAARFIELD dan COMFAA, serta kajian penelitian terdahulu sebagai acuan.

BAB III METODE PENELITIAN

Menjelaskan metode penelitian yang digunakan, termasuk identifikasi masalah, teknik pengumpulan data (observasi dan wawancara), serta analisis data menggunakan regresi linear dan perangkat lunak terkait.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Menyajikan hasil perhitungan dan analisis tebal perkerasan kaku dengan FAARFIELD dan COMFAA, penentuan beban maksimum,

desain marka *Heliport*, serta estimasi anggaran biaya berdasarkan standar harga lokal.

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan dari hasil perencanaan dan saran untuk penelitian lanjutan atau implementasi nyata di lapangan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Teori Penunjang

1. *Heliport*

Heliport merupakan area khusus yang dirancang sebagai tempat helikopter untuk melakukan pendaratan dan lepas landas. Lokasinya bisa berada di permukaan tanah (*surface level Heliport*), di atas struktur gedung (*elevated Heliport*), ataupun di fasilitas terapung seperti anjungan lepas pantai dan kapal. Menurut *Kementerian Perhubungan Republik Indonesia* melalui Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 40 Tahun 2015 tentang Standar Teknis dan Operasi Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil (Manual of Standard CASR-Part 139), *Heliport* permukaan atau *surface level Heliport* adalah salah satu jenis fasilitas yang dapat dibangun di lingkungan bandar udara untuk mendukung operasi penerbangan helikopter.

2. Berat (*Weight*)

Penentuan berat maksimum helikopter merupakan faktor utama dalam merancang ketebalan dan kekuatan struktur perkerasan *Heliport*. Lapisan permukaan *Heliport* harus dirancang agar mampu menahan beban dinamis yang terjadi saat pendaratan, serta beban statis ketika helikopter berada dalam posisi parkir. Oleh karena itu, perkerasan harus memiliki kekuatan struktural yang memadai untuk menghadapi gaya tumbukan dan tekanan berkelanjutan dari bobot helikopter.

3. Dimensi *Surface level Heliport*

Tabel II. 1 Helikopter Terkritik		
Helikopter Rencana	AW-189	
Panjang Total (D)	57.7 ft	17,57 m
Panjang Badan Helikopter	43.0 ft	13.13 m
Diameter Baling-baling Utama (RD)	47.9 ft	14.6 m

Berat Kosong	10.141 lbs	4.599,88022 kg
Berat Maksimum Saat <i>Takeoff</i> (B)	18.960 lbs	8.600,111335 kg
Kru	2	
Penumpang	16	
Tinggi	16,6 ft	5.05 m

(Sumber: AC No: 150/5390-2C,2015)

4. Perencanaan Konstruksi Perkerasan Beton

Perkerasan beton, baik yang bertulang maupun tidak bertulang, tersusun dari campuran semen, air, agregat halus, dan agregat kasar, serta dapat ditambahkan bahan aditif untuk meningkatkan kualitas campuran. Kualitas beton biasanya dinyatakan dengan simbol “K” (misalnya K-300 untuk beton dengan kuat tekan 300 kg/cm²)(Sunjoto, 2024). Tujuan utama dari konstruksi perkerasan beton adalah untuk memastikan jalur lalu lintas dapat dilalui dengan aman dan nyaman serta mempertahankan kualitas strukturalnya selama masa layan.(Styer et al., 2024). Secara teknis, sistem ini dirancang untuk mentransmisikan berat yang diterima struktur kembang-susut, penurunan daya dukung tanah, serta pengaruh dari luar. Struktur perkerasan dapat berupa slab beton dengan sambungan (*jointed plain/slab*) yang memiliki atau tidak memiliki tulangan, ataupun slab menerus *continuously reinforced concrete pavement* (CRCP)(Teng & Director, 2005). Kinerja struktur sangat tergantung pada kekakuan pelat beton serta karakteristik tanah dasar di bawahnya, seperti keseragaman, daya dukung, dan kadar air (Li et al., 2021). Meskipun lapisan pondasi bawah tidak berfungsi sebagai elemen penahan beban utama, peranannya penting dalam:

- a. Mengendalikan efek memuai dan menyusut
- b. Mencegah risiko intrusi pada sambungan beton
- c. Menyediakan topangan stabil serta merata bagi pelat beton.
- d. Berfungsi sebagai lapisan kerja selama tahap konstruksi.

Pelat beton berfungsi mendistribusikan beban secara merata serta mengurangi tekanan langsung ke tanah di bawahnya dan untuk peningkatan kenyamanan pengguna, lapisan permukaan dapat ditambahkan campuran aspal setebal 5 cm. Namun, demi kemudahan pemeliharaan, umumnya permukaan beton dibiarkan terbuka tanpa penambahan lapisan tersebut. Berbagai faktor utama yang memengaruhi penentuan tebal perkerasan kaku (*rigid pavement*) di bandara meliputi beberapa aspek penting sebagai berikut:

a. Lalu Lintas Pesawat

Estimasi jumlah pergerakan pesawat per tahun menjadi dasar dalam perencanaan tebal perkerasan. Prakiraan ini memperhitungkan jumlah pesawat yang diperkirakan akan melakukan operasi lepas landas maupun pendaratan selama umur rencana perkerasan, yang umumnya dirancang untuk periode 20 tahun.

b. Ramalan Lalu Lintas dan Karakteristik Pesawat

Selain jumlah, prakiraan lalu lintas juga mengklasifikasikan pesawat berdasarkan berat maksimum dan tipe roda pendaratannya. Karakteristik roda pendarat — misalnya apakah berupa roda tunggal, ganda, atau roda tandem — sangat berpengaruh terhadap distribusi beban ke permukaan perkerasan. Jenis roda ini akan menentukan bagaimana tekanan tersebar di atas perkerasan dan sejauh mana perkerasan mampu menahan serta mendistribusikan beban dinamis dari pesawat.

c. Daya Dukung Tanah Dasar dan Lapisan Pendukung

Kekuatan tanah dasar (*subgrade*) serta kualitas lapisan pendukung di bawah perkerasan, seperti *subbase*, merupakan faktor penting lainnya. Pelat beton yang digunakan sebagai perkerasan harus memiliki kemampuan menyalurkan beban secara efektif ke tanah di bawahnya. Beton bertulang memberikan kekakuan tambahan, berperan sebagai elemen struktural yang mampu menyalurkan dan menyebarkan beban secara merata. Dalam hal ini, perencanaan pelat beton bertulang harus mengacu pada standar nasional, seperti yang tercantum dalam SNI

2847:2013 yang diterbitkan oleh Badan Standardisasi Nasional (2013), yang menjadi acuan baku dalam desain struktur pelat beton bertulang untuk bangunan sipil.

5. Perencanaan perkerasan

Menurut Gkyrtis et al., 2021, Jenis perkerasan yang digunakan pada *Heliport* dipilih berupa perkerasan kaku karena memiliki keunggulan dalam mendistribusikan beban secara merata serta ketahanan struktural yang sesuai dengan karakteristik beban helikopter. Perencanaan dilakukan menggunakan pendekatan analisis pembebanan titik, yang mempertimbangkan beban maksimum helikopter dan kekuatan material beton. Dalam perhitungan ini diasumsikan umur layan selama 20 tahun tanpa adanya pemeliharaan besar dan tanpa perubahan spesifikasi helikopter rencana. Parameter utama yang dibutuhkan mencakup berat tinggal landas maksimum (MTOW) helikopter AW-189, mutu beton K-350, dan nilai daya dukung tanah (CBR).

Equivalent Annual departure diperhitungkan dengan melalui beberapa tahapan perhitungan yang mengacu pada karakteristik pesawat helikopter dan lalu lintasnya. Nilai EAD dihitung berdasarkan *Maximum Takeoff Weight* (MTOW) yang tercantum dalam *aircraft performance* masing-masing tipe helikopter. Untuk helikopter yang beroperasi di Bandar Udara Jenderal Ahmad Yani Semarang – Jawa Tengah, beban roda belakang (W2) ditentukan dengan rumus berikut:

$$W2 = MTOW \times \frac{0,95}{\text{jumlah roda belakang}} \quad (1)$$

Dari berbagai helikopter yang beroperasi, nilai beban roda tertinggi digunakan sebagai pesawat rencana untuk desain perkerasan. Selanjutnya, *Annual departure* didefinisikan sebagai total keberangkatan pesawat dalam satu tahun kalender. Perhitungan *equivalent annual departure* untuk pesawat rencana dilakukan dengan mengonversi jumlah keberangkatan tahunan pesawat *eksisting* (R2) ke ekuivalen pesawat rencana (R1) menggunakan persamaan:

$$(Log R1 = (Log R2) \times (\frac{w2}{w1}) \quad (2)$$

Dimana:

R1 = EAD pesawat rencana

R2 = *Annual departure* dikonversi ke pesawat rencana

W1 = Beban roda pesawat rencana

W2 = Beban roda pesawat yang dikonversi

Untuk desain perkerasan kaku, penentuan modulus pondasi menjadi aspek krusial. Nilai ini mencerminkan daya dukung tanah dasar (subgrade) dan biasanya diwakili oleh modulus reaksi tanah (k). Dalam metode FAA (AC 150/5320-6D), nilai k ini digunakan untuk membaca grafik tebal perkerasan. Di Indonesia, nilai k sering dihitung dari data CBR (California Bearing Ratio) hasil uji tanah, menggunakan rumus berikut:

$$k = \left[\frac{1500 \times CBR}{26} \right]^{0,7788} \quad (3)$$

pembebanan harus mencari tebal lapisan antara lain:

a. Subgrade

Subgrade memegang peran penting dalam menunjang kualitas konstruksi perkerasan. Nilai CBR tanah dasar dikonversi menjadi modulus k untuk keperluan desain tebal perkerasan. Semakin tinggi nilai CBR, semakin kecil kemungkinan terjadinya deformasi pada perkerasan akibat beban pesawat.

b. Lapisan Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

Menurut spesifikasi FAA, material standar untuk subbase perkerasan beton adalah P-154 Subbase Course dengan tebal minimal 4 inci (100 mm). Namun, dalam kondisi tertentu, dapat digunakan material dengan mutu lebih tinggi atau dilakukan penambahan ketebalan guna meningkatkan daya dukung. Jenis material subbase yang direkomendasikan antara lain:

- 1) P-154: Selected Subbase
- 2) P-208: Aggregate Base Course
- 3) P-209: Crushed Aggregate Base Course
- 4) P-201: Lime Rock Base Course

- 5) P-304: Cement Treated Base Course
- 6) P-306: Econocrete Subbase Course
- 7) P-401: Plant Mix Bituminous Pavement

Untuk helikopter berbobot lebih dari 18.960 lbs (8.400 kg), stabilisasi subbase disarankan menggunakan material berikut:

- 1) P-304: Cement Treated Base
- 2) P-306: Econocrete
- 3) P-401: Asphaltic Concrete (Plant Mix Bituminous Pavement)

c. *Surface* (lapis permukaan)

Lapisan permukaan perkerasan berupa plat beton semen (P-501) harus dirancang untuk memberikan permukaan yang halus, kedap air, dan mampu menahan beban dinamis serta efek lingkungan seperti suhu tinggi dari gas buang mesin jet atau tumpahan bahan bakar. Biasanya, perkerasan kaku digunakan pada area strategis seperti ujung landasan, apron, taxiway, atau area dengan beban berat berulang (Ardysyahputra & Rozi, 2020). Untuk merancang tebal pelat beton, salah satu parameter penting adalah kekuatan lentur beton (MR) yang dihitung dengan persamaan:

$$MR = K \times \sqrt{f_c'} \quad (4)$$

Dimana:

- MR = *Flexural Strength*
- K = konstanta (nilai 8,9,10)
- f_c' = Kuat tekan beton (Psi)

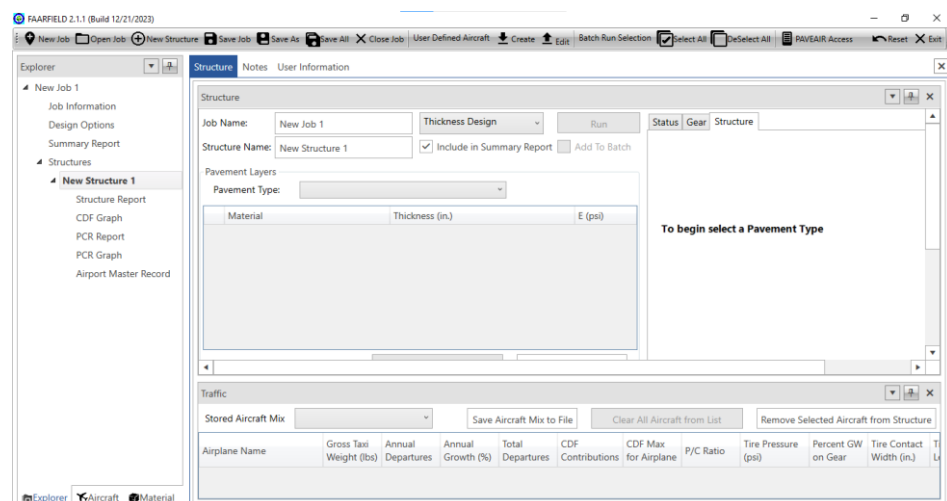
6. Konstruksi Sambungan

Berdasarkan Teknis Perancangan SKEP/003/I/2005, jenis sambungan dalam perkerasan kaku dikelompokkan menurut fungsinya. Salah satunya, sambungan konstruksi, yang berfungsi sebagai penghubung antara dua pelat beton yang dilaksanakan pada waktu pengerjaan berbeda, misalnya ketika pengecoran harus dihentikan sementara. Sambungan konstruksi digunakan untuk menghubungkan dua pelat beton yang dicetak secara bersamaan. Sambungan ini umumnya dikenal sebagai sambungan dowel.

Dowel berfungsi sebagai elemen pengikat yang menghubungkan dua bagian struktur, biasanya berupa batang baja padat, baik polos maupun bergalur. Pada perkerasan kaku, dowel berperan penting sebagai media transfer beban antar pelat beton di area sambungan. Dowel dipasang sedemikian rupa sehingga setengah panjang batangnya tertanam kuat pada salah satu pelat, sementara setengah lainnya dibiarkan bebas bergerak dengan dilapisi pelumas atau cat, agar memungkinkan pergerakan pelat secara horizontal tanpa menimbulkan retak akibat perubahan suhu atau beban. Dowel bar ini membentuk ikatan mekanis antara pelat beton, yang tidak hanya menjamin keterikatan pelat tetapi juga mendukung distribusi beban secara efektif di sambungan dan memungkinkan gerakan memanjang pada sambungan tanpa hambatan (Grosek et al., 2019).

7. Software FAARFIELD

FAARFIELD adalah perangkat khusus yang dirancang untuk menghitung ketebalan optimal pada pembangunan. Metode perhitungannya mengikuti pedoman FAA Advisory Circular AC 150/5320-6F. Software ini mengaplikasikan pendekatan lapisan elatis berulang dan iteratif untuk menghasilkan desain struktural yang akurat sesuai pedoman FAA (Armeni & Loizos, 2025).



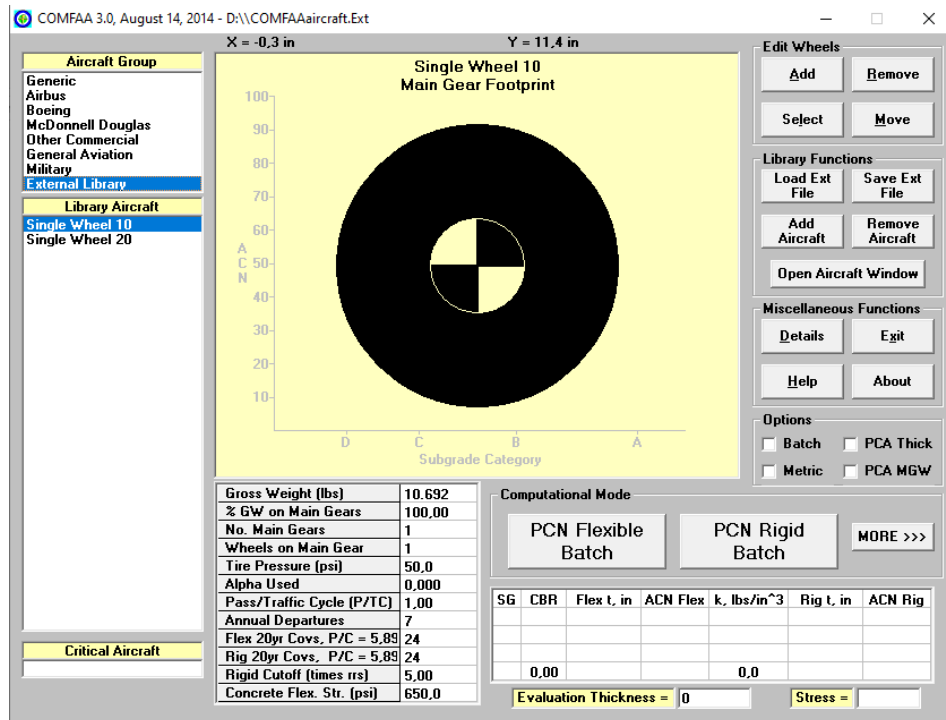
Gambar II. 1 Software FAARFIELD
(Sumber: Olahan Penulis, 2025)

FAARFIELD menggunakan metode analisis elastis berlapis (*layered*

elastic) untuk perkerasan fleksibel dan menggunakan analisis elemen hingga tiga dimensi untuk perkerasan kaku dalam desain ketebalan perkerasan baru. Untuk menentukan beban maksimum yang diperbolehkan, perangkat lunak ini menerapkan *Cumulative Damage Factor* (CDF) sebuah pendekatan di mana kerusakan kumulatif akibat beban pesawat selama masa desain dihitung berdasarkan masukan dari pengguna sehingga CDF total mencapai nilai 1,0 (Brill, 2010).

8. Software COMFAA

Metode evaluasi standar yang diadaptasi oleh ICAO dalam menilai kekuatan dan kinerja struktur perkerasan bandara adalah sistem ACN/PCN. Dalam sistem ini, ACN (*Aircraft Classification Number*) mencerminkan tingkat beban atau potensi kerusakan yang dapat ditimbulkan oleh suatu jenis pesawat terhadap perkerasan. Sementara itu, PCN (*Pavement Classification Number*) mengindikasikan daya dukung atau kapasitas perkerasan, tanpa harus merinci tipe pesawat atau rincian struktur perkerasan secara spesifik. Untuk helikopter, perhatian utama tertuju pada berat kotor maksimum yang diizinkan, karena hal ini sangat menentukan kelayakan pendaratan. Program perhitungan digunakan untuk menentukan batas berat ini secara akurat (Armeni & Loizos, 2024). Berikut ini tampilan umum program yang digunakan:



Gambar II. 2 Software COMFAA
(Sumber: Olahan Penulis, 2025)

Program COMFAA digunakan untuk menghitung nilai PCN dan juga menetapkan batas berat kotor maksimum pesawat. Perhitungan dilakukan melalui beberapa tahapan teknis, mulai dari memasukkan data pavemen seperti CBR atau k-value subgrade, ketebalan lapisan dan traffic mix hingga pemrosesan di mode desain untuk menentukan maximum allowable gross weight dan ACN untuk setiap pesawat, lalu mengidentifikasi PCN berdasarkan ACN tertinggi sesuai dengan prosedur teknis pada *Advisory Circular AC 150/5335-5C* (2014) dari FAA dan dikombinasikan dengan spreadsheet pendukung dalam format Microsoft Excel yang tersedia gratis dari situs resmi FAA (Pardeshi et al., n.d.).

9. Pelat Beton Bertulang

Pelat beton bertulang merupakan elemen struktural dibuat dari beton dan tegak lurus terhadap struktur utama. Penting untuk memahami bahwa produksi beton melibatkan batching plant stasioner, bergerak (*mobile*), kompak, dan di lokasi proyek (*on-site*). Dalam konstruksi bangunan, pelat lantai berfungsi sebagai pembatas antar lantai dan juga sebagai elemen

pelindung yang memisahkan bangunan dari kontak langsung dengan tanah. Pelat ini umumnya disangga oleh balok, dan keduanya banyak digunakan pada struktur seperti bangunan bertingkat, jembatan, serta fasilitas pelabuhan. Pelat lantai berperan sebagai elemen pertama yang menerima beban, baik berupa beban mati maupun beban hidup, sebelum dialirkan ke sistem struktur penyangga lainnya seperti balok dan kolom. Ketebalan pelat lantai ditentukan berdasarkan beberapa faktor penting, antara lain:

- a. Jenis dan besarnya beban yang harus ditopang,
- b. Jarak antara balok pendukung,
- c. Material konstruksi yang digunakan, dan
- d. Batas lendutan maksimum yang masih diperbolehkan sesuai perencanaan struktur.

Konstruksi pelat merupakan bagian dari struktur bangunan yang berfungsi langsung menahan beban mati maupun beban hidup sesuai dengan fungsi bangunannya (*superimposed load*). Terdapat beberapa jenis sistem pelat yang umum digunakan dalam dunia konstruksi, antara lain:

- a. Sistem balok-pelat satu arah menerus,
- b. Pelat berusuk satu arah,
- c. Sistem waffle slab dua arah,
- d. Sistem pelat datar (flat plate) tanpa balok,
- e. Sistem lantai datar (flat slab) dengan drop panel,
- f. Sistem balok-pelat dua arah.

Pada perkerasan kaku (*rigid pavement*) harus dihitung sedemikian rupa agar elemen beton bertulang yang menahan lentur memiliki kekakuan struktural yang memadai. Tujuannya adalah untuk mengendalikan lendutan atau deformasi yang bisa menyebabkan penurunan kapasitas kekuatan struktur atau mengganggu fungsi strukturnya saat menerima beban kerja.

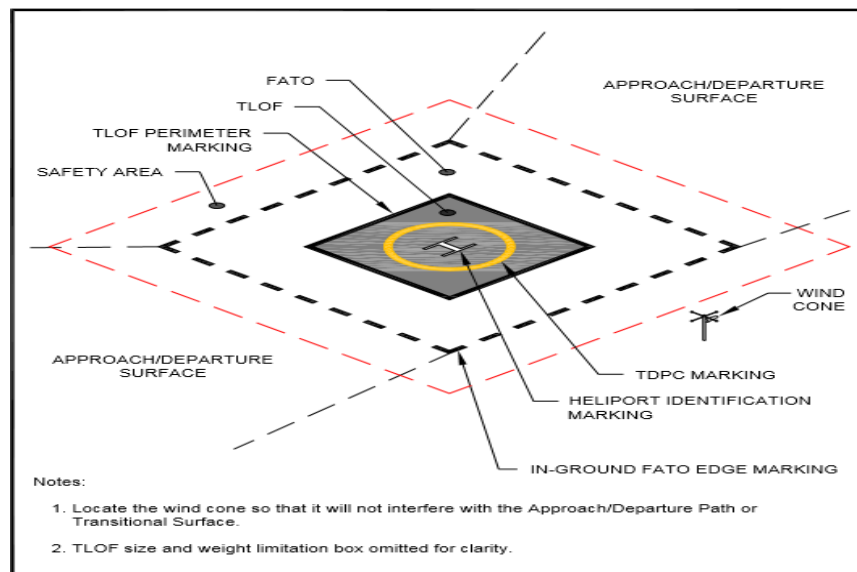
10. FAA (*Federal Aviation Administration*)

Metode ini menjadi salah satu acuan utama dalam perhitungan tebal perkerasan landasan bandar udara dan telah diakui secara internasional oleh ICAO sebagai panduan desain standar untuk bandar udara. Pada helipad di area bandara, umumnya digunakan perkerasan kaku karena harus menanggung beban statis yang besar serta mendukung kegiatan operasional, seperti pengisian bahan bakar. Dalam hal ini, pedoman desain dari FAA, seperti yang tercantum dalam Advisory Circular (AC) 150/5320-6E atau dokumen sejenis, sering menjadi referensi utama. Pendekatan metode FAA melibatkan evaluasi beberapa parameter penting dalam desain perkerasan bandara mencakup nilai (k), kekuatan lentur beton (*flexural strength*), volume lalu lintas penerbangan yang biasanya dinyatakan dalam bentuk *Equivalent Annual departures (EAD)*, serta *karakteristik pesawat utama* yang dikenal sebagai *Critical Aircraft*. Parameter tersebut dibandingkan dengan kondisi subgrade, sistem drainase, dan beban operasional, diformalkan dalam kurva teknik yang ditetapkan oleh FAA untuk menentukan ketebalan lapisan perkerasan kaku (Yuan et al., 2021). Metode FAA didasarkan pada analisis komparatif terhadap kondisi tanah, sistem drainase, dan skenario pembebanan untuk memahami respons struktur perkerasan terhadap beban pesawat. Evaluasi ini dirangkum dalam bentuk kurva desain yang disusun oleh FAA. Dalam penerapan metode ini, terdapat beberapa parameter penting yang harus diperhatikan, yaitu:

- a. Modulus reaksi tanah dasar (k) yang menunjukkan kekakuan lapisan subgrade,
- b. Kekuatan lentur beton sebagai indikator kemampuan beton dalam menahan tegangan lentur,
- c. Frekuensi lalu lintas pesawat tahunan yang dinyatakan dalam *Equivalent Annual departures (EAD)*, dan
- d. Pesawat rencana utama (*Critical Aircraft*) yang mewakili beban terberat dalam perencanaan struktur perkerasan.

11. Marka Desain

Dalam pedoman dijelaskan bahwa perencanaan didasarkan pada asumsi satu helikopter yang akan berada dalam *Final Approach and Takeoff Area* (FATO) serta area keselamatan yang menyertainya pada satu waktu. Namun, apabila dibutuhkan lebih dari satu *Touchdown and Lift-Off Area* (TLOF) dalam satu *Heliport*, maka perencanaan dan desain harus mempertimbangkan konfigurasi tambahan tersebut.



Gambar II. 3 Desain *Heliport*
(Sumber : AC 150/5390-2C,2015)

Heliport pada dasarnya terdiri dari *Touchdown and Lift-Off Area* (TLOF) yang terletak di dalam *Final Approach and Takeoff Area* (FATO). Ukuran area keselamatan umumnya bervariasi sesuai dengan jenis penandaan dan klasifikasi *Heliport*. Pada setiap FATO, hanya terdapat satu TLOF yang digunakan untuk operasi pendaratan dan lepas landas.

Tabel II. 2 Safety Area

General aviation heliports	$\frac{1}{3}$ RD but not less than 20 ft (6 m)**	$\frac{1}{3}$ RD but not less than 30 ft (9 m)**	$\frac{1}{2}$ D but not less than 20 ft (6 m)	$\frac{1}{2}$ D but not less than 30 ft (9 m)
PPR heliports	$\frac{1}{3}$ RD but not less than 10 ft (3 m) **	$\frac{1}{3}$ RD but not less than 20 ft (6 m)**	$\frac{1}{2}$ D but not less than 20 ft (6 m)	$\frac{1}{2}$ D but not less than 30 ft (9 m)
TLOF perimeter marked	Yes	Yes	No	No
FATO perimeter marked	Yes	Yes	Yes	Yes
Standard "H" marking	Yes	No	Yes	No

D: Overall length of the design helicopter
RD: Rotor diameter of the design helicopter
** Also applies when the FATO is not marked. Do not mark the FATO if (a) the FATO (or part of the FATO) is a non-load bearing surface and/or (b) the TLOF is elevated above the level of a surrounding load-bearing area.

(Sumber: AED, 2012)

Kementerian Perhubungan (2015) melalui (*Manual of Standard CASR - Part 139) Jilid II Bandar Udara (Aerodrome)*), memuat penjelasan mendetail mengenai karakteristik fisik *Heliport* yang dibangun di atas permukaan tanah, yaitu:

a. *Final Approach and Takeoff Area*

Kawasan yang didefinisikan untuk helikopter menyelesaikan manuver akhir pada saat mendekati *hover* atau mendarat, serta memulai lepas landas. Helikopter dengan kelas kinerja 1 menggunakan FATO yang mencakup area untuk proses lepas landas tertunda (*rejected takeoff*). FATO boleh memiliki desain bentuk apa pun, asalkan mampu menampung diameter minimum 1,5 kali keseluruhan helikopter terbesar (termasuk rotor) yang akan menggunakannya. Permukaan FATO harus memenuhi syarat berikut :

- 1) Tahan terhadap tekanan.
- 2) Bebas dari ketidakrataan yang dapat mempengaruhi operasi lepas landas atau pendaratan.
- 3) Mendukung proses ditolaknya lepas landas helikopter kelas kinerja 1 dengan aman.
- 4) Memadai untuk mendukung beban statis helikopter kelas kinerja 2 dan 3.
- 5) Kemiringan rata-rata ke segala arah tidak boleh melebihi 3%.
- 6) Direkomendasikan agar memberikan efek *ground effect*.

b. *Touchdown and Lift-Off Area (TLOF)*

Merupakan area teduh yang disediakan di *Heliport* untuk helikopter melakukan pendaratan atau lepas landas. Ukuran TLOF harus mampu memuat lingkaran dengan diameter setidaknya 0,83 kali panjang keseluruhan helikopter terbesar beserta rotornya, sehingga memastikan ruang cukup untuk manuver. Permukaannya harus memiliki kemiringan maksimum 2 % ke segala arah agar air tidak menggenang, namun cukup miring untuk drainase. Struktur TLOF harus mampu menopang berat setara 2,5 kali berat maksimum helikopter dan menjaga keamanan,

operator dianjurkan melakukan pengujian kekasaran permukaan pada TLOF yang dibangun di atas tanah (Circular, 2012). Tabel di bawah ini memberikan nilai kekasaran landasan pacu:

Tabel II. 3 Nilai Kekesatan Permukaan

No.	Nilai Rata-Rata Kekesatan Permukaan	Maksimum Periode Uji
1.	0.85 dan diatas (nilai yang ditentukan)	36 bulan
2.	0.7 sampai dengan 0.84	12 bulan
3,	0.65 sampai dengan 0.69	6 bulan
4.	Kurang dari 0.65	Harus terpasang landing net

(Sumber : KP 40 Tahun 2015)

c. Identification Marking

Setiap *Heliport* harus dilengkapi dengan tanda identifikasi yang jelas. Penandaan ini, biasanya berupa huruf "H", harus diletakkan di dalam area FATO, tepat di posisi yang sama dengan pusat TLOF. Huruf "H" tersebut berfungsi sebagai simbol identifikasi *Heliport* di permukaan dan biasanya ditempatkan di tengah atau dekat pusat FATO. Namun, ketentuan ini tidak berlaku untuk FATO yang berbentuk landasan pacu (runway-type FATO). Untuk FATO dengan tipe landasan pacu, wajib disediakan tanda titik bidik di dalam area FATO, kecuali pada *Heliport* yang digunakan oleh rumah sakit. Penandaan identifikasi pada FATO jenis ini juga harus ditempatkan di dalam batas area FATO. Khusus untuk *Heliport* rumah sakit yang menggunakan penandaan penunjuk FATO, tanda identifikasi harus berbentuk huruf "H" berwarna merah, yang diletakkan di tengah salib putih sebagai simbol khas untuk keperluan medis (Aerodrome, n.d.). Difungsikan untuk pendaratan helikopter, maka area di sekitarnya tidak boleh tumpang tindih dengan zona aman milik landasan helikopter lain atau jalur taxiway. Permukaan tempat pendaratan helikopter tidak boleh memiliki kemiringan lebih dari 2%. Ukuran dudukan helikopter minimal harus berdiameter 1,2 kali panjang total helikopter terbesar termasuk rotor yang akan dioperasikan di *Heliport* permukaan. Area pusat dudukan harus memiliki daya

dukung statis setidaknya 0,83 kali diameter rotor helikopter terbesar untuk menampung beban saat berhenti. Untuk jalur pergerakan helikopter secara lurus (bukan berbelok), lebar yang dibutuhkan harus setara dengan lebar dudukan helikopter.

B. Penelitian terdahulu

Tabel II. 4 Penelitian Terdahulu

No.	Penelitian	Hasil	Persamaan	Perbedaan
1	Rahmawati & Rahmawati, 2022	ACN = 77,8, PCN = 94,9 → struktur aman untuk semua jenis pesawat. Nilai PCN > ACN menandakan kekuatan struktur perkerasan mencukupi.	COMFAA, analisis struktur, ACN/PCN	Gunakan kombinasi rigid & flexible pavement serta pesawat terkritis yang digunakan berbeda.
2	Supriadi et al., 2020	Apron terdiri dari 4 lapisan struktur: subgrade, stabilized base, subbase, dan surface.	Manual FAA	Fokus pada perluasan apron dan jenis pesawat terkritis berbeda.
3	B & Suryono, 2023	Tebal beton 16 cm (FAA), 13 cm (FAARFIELD), PCN 9.4, ACN 3.5. Termasuk perencanaan marking.	FAA & FAARFIELD	Fokus pada <i>Heliport</i> dan perbedaan metode dalam memilih helikopter terkritis.

4	Andi et al., n.d.	FAA Manual: 13 cm beton, 11 cm subbase. FAARFIELD: 11 cm beton, 9 cm subbase. PCN 10, ACN 6.14. Estimasi anggaran Rp 1,475 M.	FAA, FAARFIELD, COMFAA	Fokus menentukan beban maksimum <i>Heliport</i> dan helikopter terkritis berbeda.
5	Suryan et al., 2023	Tebal total 141,28 cm: Surface: 15 cm, Base: 36,93 cm, Subbase: 89,34 cm.	Grafik desain dan model elemen hingga digunakan sebagai dasar.	Jenis perkerasan dan pesawat terkritis yang digunakan berbeda.
6	Ardysyahputra & Rozi, 2020	Semua pendekatan layak digunakan ($PCN \geq 13$ dan $CDF \leq 1$). Fokus pada struktur apron.	FAA Manual, FAARFIELD, COMFAA	Jenis pesawat terkritis berbeda dan lokasi perkerasan berada di apron.
7	Bieliatynskyi & Yulin, 2023	Beton 240 mm, $E =$ 33.000 MPa, Poisson = 0,15. Ukuran helipad ditentukan oleh geometri roda dan	Desain <i>Heliport</i> berdasarkan beban roda helikopter.	Perbandingan metode Soviet dan ICAO/FAA dengan pendekatan berbeda.

		margin aman pendaratan.		
8	Ison, 2024	Zona aman berbentuk lingkaran berlapis sesuai tingkat risiko. 90% kecelakaan dalam radius 400 ft dari titik pusat <i>Heliport</i> .	FAA Eng. Brief No. 105, zona keselamatan simetris.	Fokus pada vertiport dan pendekatan desain zona keselamatan eVTOL.
9	Susilo, Tri, 2020	Desain <i>Heliport</i> 35×35 m, slab beton 6 inci + subbase 4 inci. Rigid pavement sesuai FAA.	FAA AC 150/5320-6E & 5390-2D, struktur kaku, EAD, ACN/PCN	Lokasi Sumbawa, volume lalu lintas, dan tanah lokal jadi dasar perencanaan.
10	Milano, 2020	Tebal beton 10–13 cm memadai untuk helikopter ringan-menengah. Fokus pada kawasan urban.	Load-based analysis berdasarkan MTOW helikopter.	Intensitas dan lokasi operasi berbeda menghasilkan struktur bervariasi.
11	Superior & Camino, 2024	Struktur disesuaikan dengan lokasi: elevated atau surface.	Standar ICAO/FAA, desain sistematis	Fokus pada <i>Heliport</i> bertingkat dan integrasi

		Perencanaan getaran & noise.	berdasarkan beban.	struktur gedung bertingkat.
12	Shin et al., 2022	Arah masuk/keluar penting. Fokus safety terhadap angin dan bangunan.	Desain arah pendekatan dan landasan helikopter.	<i>Heliport</i> elevated di kota padat Korea, kondisi terbatas ruang.
13	Kumara, 2021	Menggunakan SAP2000 untuk struktur atap gedung. Desain disesuaikan untuk gempa dan beban helikopter.	Analisis struktur rooftop helipad, aspek keselamatan helikopter.	Fokus pada struktur atap gedung kantor polisi, lokasi spesifik, dan beban tinggi.
14	Panji et al., 2021	Perkerasan beton bertulang 15 cm + subbase 15 cm cukup aman dan ekonomis.	Beban statis dan dinamis helikopter dihitung.	Fokus pada modifikasi struktur eksisting bangunan tinggi untuk helipad.
15	Sibarani et al., 2020	FAARFIELD menghasilkan tebal perkerasan pesawat jauh lebih tinggi. Helipad cukup 15 cm .	FAA, FAARFIELD, rigid pavement	Intensitas operasi pesawat besar jauh lebih tinggi dari helikopter.

(Sumber: Olahan Penulis, 2025)