PROSIDING
Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan (SNITP) Tahun 2023
ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622-8890

PERENCANAAN *RIGID PAVEMENT SURFACE LEVEL HELIPORT* TANPA TULANGAN DI BANDAR UDARA JENDERAL AHMAD YANI SEMARANG

Anugrah Atmadjaya Nuzzulul Ramdhani Akash[1], Wiwid Suryono.[2], Siti Fatimah[3]
[1,2,3)] Politeknik Penerbangan Surabaya, Jl Jemur Andayani 1 No 73, Surabaya, 60236
Email: adamakash1927@gmail.com, widsuryono@gmail.com, siti_fatimah2020@poltekbangsby.ac.id

Abstrak

Penelitian ini berfokus pada Perencanaan Perkerasan Kaku *Surface Level Heliport* di Bandar Udara Jenderal Ahmad Yani Semarang sebagai respons terhadap tingginya frekuensi pergerakan helikopter, khususnya helikopter AW189, yang hingga saat ini masih melakukan aktivitas *take-off* dan *landing* pada *apron* dan *taxiway*. Kondisi ini berpotensi mengganggu operasional pesawat sayap tetap dan menimbulkan risiko keselamatan penerbangan. Tujuan utama penelitian ini adalah menghasilkan desain perkerasan kaku yang sesuai dengan karakteristik beban helikopter terkritis dan kondisi eksisting bandara, serta memenuhi ketentuan sesuai PM 77 Tahun 2015 dan KP 215 Tahun 2019. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan permodelan analitis dan numerik menggunakan perangkat lunak FAARFIELD dan COMFAA sebagai perhitungan untuk mendapatkan nilai PCN/ACN. Hasil perhitungan menunjukkan ketebalan perkerasan meliputi lapisan *surface* 12,5 cm dan *subbase* 10,2 cm dengan nilai PCN sebesar 7,4 dan ACN sebesar 6,5, serta dimensi marka heliport 41 x 41 meter sesuai standar FAA AC 150/5390-2D. Untuk itu diperoleh biaya dari perencanaan *surface level heliport* sebesar Rp.2,389,174,627.99
Kata Kunci: Heliport, Perkerasan Kaku, FAARFIELD, COMFAA, PCN/ACN

Abstract

This study focuses on the rigid pavement planning for a surface-level heliport at Jenderal Ahmad Yani International Airport in Semarang, in response to the frequent helicopter traffic, particularly the AW189, which currently performs take-off and landing on the apron and taxiways. This condition potentially disrupts fixed-wing aircraft operations and poses significant aviation safety risks. The main objective is to produce a rigid pavement design tailored to the heaviest helicopter load and the airport's existing conditions, in accordance with PM 77 of 2015 and KP 215 of 2019. This research uses a quantitative approach with analytical and numerical modeling using FAARFIELD and COMFAA software as calculations to obtain PCN/ACN values. The results indicate pavement layer thicknesses of 12.5 cm for surface and 10.2 cm for subbase, with a PCN value of 7.4 and ACN of 6.5. The heliport marking dimensions are 41 x 41 meters, designed according to FAA AC 150/5390-2D. for this reason, the cost of the surface level heliport planning is IDR 2,389,174,627.99
Keywords: *Heliport, Rigid Pavement, FAARFIELD, COMFAA, PCN/ACN*

1. PENDAHULUAN

Bandar Udara Jenderal Ahmad Yani Semarang berjarak 3,65 km dari Kota Semarang dengan kode ICAO WAHS dan IATA SRG. Runway berdimensi 2,560 m x 45 m dengan perkerasan *asphalt flexibel* dan nilai PCN 61 F/D/X/T. Terdapat 2 *taxiway* (*golf* dan *foxtrot*) berdimensi 261,5 m x 23 m dengan PCN 79 F/C/X/T, serta *apron* 551,5 m

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622-8890

x 131,5 m dengan PCN 70 R/D/X/T dan kapasitas 12 *parking stand*. Maskapai yang beroperasi meliputi Garuda Indonesia, Citilink, Nam Air, Lion Air, Batik Air, Super Air Jet, dan Wings Air dengan 17 rute penerbangan.

Lalu lintas helikopter di Bandar Udara Jenderal Ahmad Yani Semarang cukup sering terjadi namum belum tersedianya fasilitas helipad, sehingga helikopter sering *take-off* dan *landing* di area *apron* serta menggunakan *taxiway*, yang dapat mengganggu dan membahayakan pergerakan pesawat. Berdasarkan PM 77 Tahun 2015, keselamatan penerbangan harus dipenuhi melalui penyediaan *surface level heliport*. KP 215 Tahun 2019 menyebutkan *heliport* adalah tempat pendaratan dan lepas landas helikopter baik di darat, gedung, anjungan, maupun kapal. Bandar Udara Jenderal Ahmad Yani Semarang sering kali helikopter POLRI dan sipil mendarat dan melakukan *parking* pada *apron*, dengan AW189 sebagai helikopter terkritis.

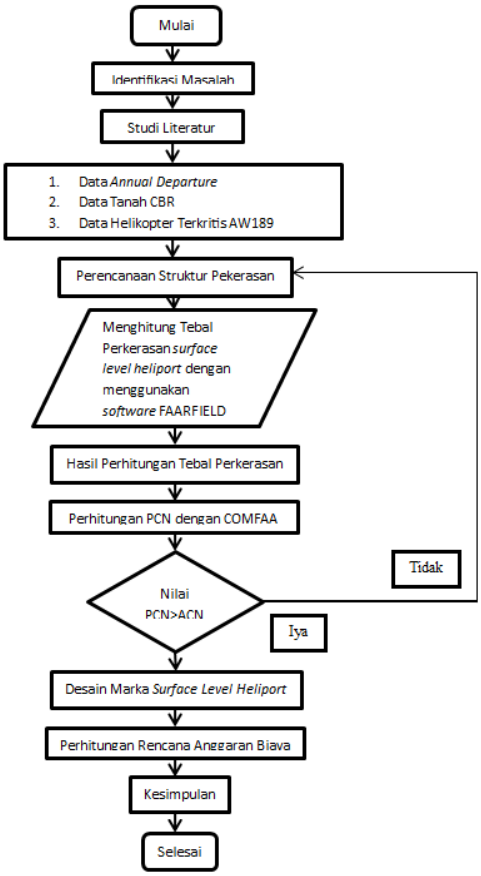
Jumlah pergerakan helikopter dikumpulkan selama satu tahun terakhir dan menjadi dasar perencanaan *surface level heliport*. Perkerasan kaku (*rigid pavement*) digunakan karena mampu menahan beban berat helikopter, biaya pemeliharaan rendah, serta awet dan tahan lama, dengan material semen dan beton yang dapat mendistribusikan beban secara merata.

Berdasarkan dari permasalahan yang telah penulis sampaikan, maka permasalahan tersebut penulis angkat menjadi judul proyek akhir yaitu " PERENCANAAN *RIGID PAVEMENT SURFACE LEVEL HELIPORT* TANPA TULANGAN DI BANDAR UDARA JENDERAL AHMAD YANI SEMARANG".

Dapat diketahui rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Berapakah tebal perkerasan kaku *Surface Level Heliport* yang bisa memikul jenis helikopter terkritis AW189 yang beroperasi?
2. Bagaimana merencanakan *Design Marking Surface Level Heliport*?
3. Berapakah Rencana Anggaran Biaya untuk perencanaan *Surface Level Heliport* di Bandar Udara Jenderal Ahmad Yani Semarang?

METODE



Gambar 1 Bagan Alur

HASIL DAN PEMBAHASAN

Helikopter Terkritis Yang Beroperasi

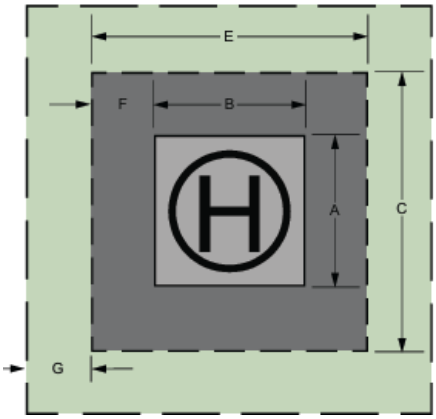
Tabel 1 Spesifikasi Helikopter

Spesifikasi Helikopter *Agusta Westland 189*		
Uraian	**Spesifikasi**	
Panjang Total (D)	57 ft 08 in	17,57 m
Diameter Baling-baling Utama (RD)	47 ft 11 in	14,60 m
Berat Maksimum saat *Take-off* (B)	18,960 lb	8.600 kg

Spesifikasi Helikopter *Agusta Westland 189*		
Uraian	**Spesifikasi**	
Kru	1-2	
Penumpang	Passengers up to 19	
Tinggi	16 ft 08 in	5,07 m

Dimensi *Surface Level Heliport*

Dengan diketahui data spesifikasi helikopter *Agusta Westland* 189 yang beroperasi di Bandar Udara Jenderal Ahmad Yani Semarang. Maka kebutuhan ruang parkir helikopter dapat diketahui.



Gambar 2 Area Pergerakan Helikopter

Tabel 2 Dimensi *Surface Level Heliport*

DIM	Item	Value
A	Minimal Lebar TLOF	15 m
B	Minimal TLOF Panjang	15 m
C	Minimal FATO Panjang	27 m
E	Minimal FATO Lebar	27 m
F	Spasi Antara TLOF dan parimeter FATO	6 m
G	Safety Area Width	7 m

Perhitungan *Annual Departure*

Perhitungan *annual departure* helikopter yang beroperasi di Bandar Udara Jenderal Ahmad Yani Semarang, dimana akan dilakukan konversi ke dalam roda pendaratan helikopter terkritis. Jadi dianggap yang mendarat di Bandar Udara Jenderal Ahmad Yani Semarang hanya helikopter terkritis.

Perhitungan *Annual Departure Equivalent* untuk perkerasan. Berikut merupakan hasil perhitunga RI atau *Annual Departure Equivalent* untuk helikopter AW189 yang beroperasi di Bandar Udara Jenderal Ahmad Yani Semarang.

$$LogRI = (LogR2)x\left(\frac{W2}{W1}\right)\wedge\frac{1}{2}$$

$$RI = 10Log^{LogR2\ x\ (\frac{W2}{W1})\wedge\frac{1}{2}}$$

AW169 = $LogR1 = Log58\left(\frac{10141}{18960}\right)^{\frac{1}{2}} = 42$

AW189 = $LogR1 = Log15\left(\frac{18960}{18960}\right)^{\frac{1}{2}} = 15$

BELL412 = $LogR1 = Log13\left(\frac{11900}{1890}\right)^{\frac{1}{2}} = 10$

AS350 = $LogR1 = Log5\left(\frac{4960}{18960}\right)^{\frac{1}{2}} = 3$

EC135 = $LogR1 = Log12\left(\frac{10692}{18960}\right)^{\frac{1}{2}} = 9$

Tabel 3 *Equivalent Annual Departure*

Jenis Helikopter	*Annual Departure*	MTOW (pounds)	Annual Dep Konv R2	EAD R1
AW169	58	10141	58	42
AW189	15	18960	15	15
BELL 412	13	11900	13	10
AS350	5	4960	5	3
EC135	12	10692	12	9
TOTAL	**103**			**79**

Pada hasil perhitungan *annual departure* yang telah dilakukan, didapatkan hasil *Equivalent Annual Departure* 79 kali pendaratan helikopter pertahun dari total *Annual Departure* pertahun 103 kali pendaratan helikopter. Dimana hasil dari *Equivalent Annual Departure* tersebut dalam menetapkan tebal perkerasan yang akan digunakan dalam perhitungan melalui penerapan manual FAA. Pada grafik perhitungan melalui metode manual FAA tidak digunakan karena nilai minimal *annual departure* tidak memenuhi yaitu 1.200 kali.

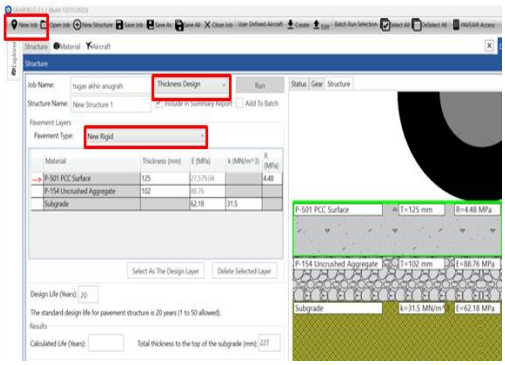
Perhitungan Tebal Perkerasan Menggunakan *Software* FAARFIELD

Software FAARFIELD merupakan aplikasi untuk merancang perkerasan kaku

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622-8890

dan perkerasan *flexible*. Berikut langkah – langkah menggunakan *Software* FAARFIELD :

1. Klik "*New Job*" untuk memulai halaman baru, pilih menu *pavement type* "*New Rigid*" kemudian pilih *thickness design*.

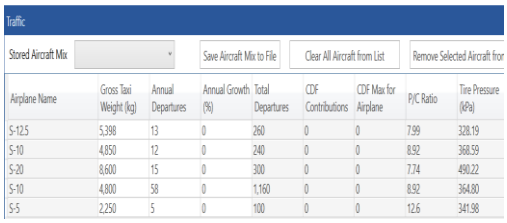


Gambar 3 Tampilan *Software* FAARFIELD

2. Helikopter terkritis di Bandar Udara Jenderal Ahmad Yani Semarang memiliki berat kurang dari 60.000 lbs, oleh karena itu pada perencanaan tebal perkerasan kaku tidak menggunakan *stabilized base* dan *base*. Nilai CBR tanah dasar di Bandar Udara Jenderal Ahmad Yani Semarang yaitu 6%. Untuk nilai K dapat diketahui dari rumus *Advisory Circular* No. 150/5320-6G:

$$K = 28.6926 \times CBR^{0.7788}$$
$$K = 28.6926 \times 6^{0.7788}$$
$$K = 115.823 \text{ pci} \approx 116 \text{ pci}$$
$$K = 31.5 \text{ NM/m}^3$$

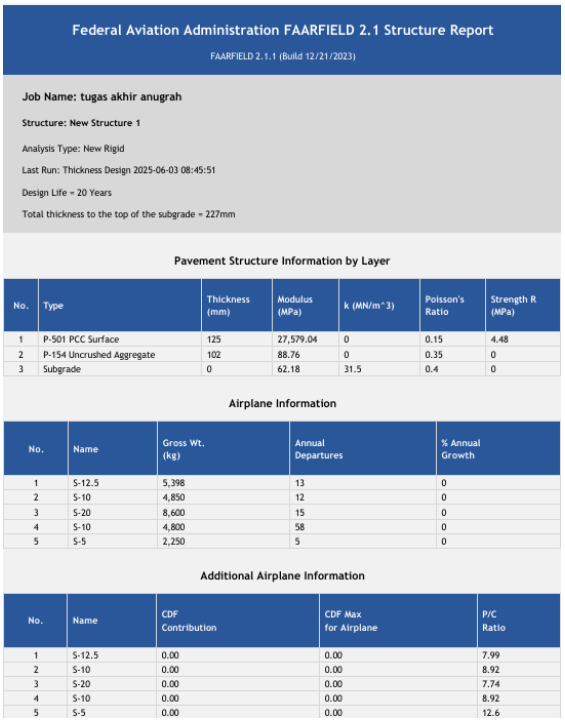
3. Pilihlah menu "*Aircraft*" untuk menginput data helikopter dan isi MTOW sesuai dengan helikopter yang beroperasi serta masukkan data *annual departure* yang sudah didapatkan.



Airplane Name	Gross Taxi Weight (kg)	Annual Departures	Annual Growth (%)	Total Departures	CDF Contributions	CDF Max for Airplane	P/C Ratio	Tire Pressure (kPa)
S-12.5	5,398	13	0	260	0	0	7.99	328.19
S-10	4,850	12	0	240	0	0	8.92	368.59
S-20	8,600	15	0	300	0	0	7.74	490.22
S-10	4,800	58	0	1,160	0	0	8.92	364.80
S-5	2,250	5	0	100	0	0	12.6	341.98

Gambar 4 Data Helikopter yang Beroperasi

4. Hasil perhitungan tebal perkerasan, dari hasil tersebut mencakup data antara lain *annual departure*, jenis perkerasan, helikopter yang beroperasi, dan data tanah *subgrade*. Hasil dari perhitungan menggunakan *software* FAARFIELD seperti berikut.



Federal Aviation Administration FAARFIELD 2.1 Structure Report

FAARFIELD 2.1.1 (Build 12/21/2023)

Job Name: tugas akhir anugrah

Structure: New Structure 1

Analysis Type: New Rigid

Last Run: Thickness Design 2025-06-03 08:45:51

Design Life = 20 Years

Total thickness to the top of the subgrade = 227mm

Pavement Structure Information by Layer

No.	Type	Thickness (mm)	Modulus (MPa)	k (MN/m^3)	Poisson's Ratio	Strength R (MPa)
1	P-501 PCC Surface	125	27,579.04	0	0.15	4.48
2	P-154 Uncrushed Aggregate	102	88.76	0	0.35	0
3	Subgrade	0	62.18	31.5	0.4	0

Airplane Information

No.	Name	Gross Wt. (kg)	Annual Departures	% Annual Growth
1	S-12.5	5,398	13	0
2	S-10	4,850	12	0
3	S-20	8,600	15	0
4	S-10	4,800	58	0
5	S-5	2,250	5	0

Additional Airplane Information

No.	Name	CDF Contribution	CDF Max for Airplane	P/C Ratio
1	S-12.5	0.00	0.00	7.99
2	S-10	0.00	0.00	8.92
3	S-20	0.00	0.00	7.74
4	S-10	0.00	0.00	8.92
5	S-5	0.00	0.00	12.6

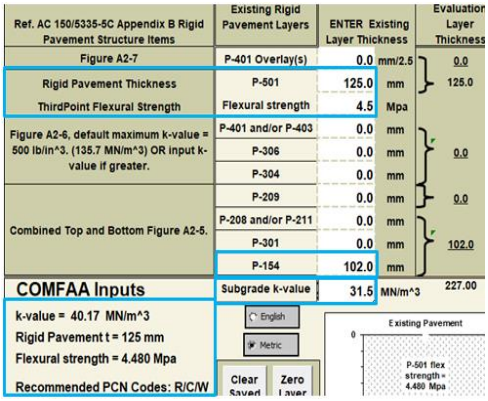
Gambar 5 Hasil Perhitungan Tebal Perkerasan Menggunakan *Software* FAARFIELD

Penentuan *Maximum Allowable Gross Weight* Helikopter

Hasil perhitungan tebal perkerasan melalui *software* FAARFIELD yang merujuk pada *Advisory Circular* No.150/5320-6G yakni seperti berikut:

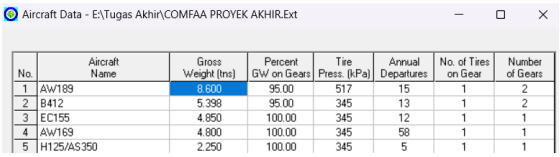
- Nilai K *Subgrade* = 116 pci
- Tebal *Subbase* = 102 mm = 10.2 cm
- Tebal Slab Beton= 125 mm =12.5 cm
- *Flexural Strength*= 650psi=4.48 Mpa

Selanjutnya menginput data – data tersebut ke *spreadsheet* bawaan aplikasi, hal ini untuk mengetahui nilai *Evaluation Thickness* dari *spreadsheet* tersebut yang akan dimasukkan ke aplikasi COMFAA



Gambar 6 *Spreadsheet* COMFAA Hasil Perhitungan FAARFIELD

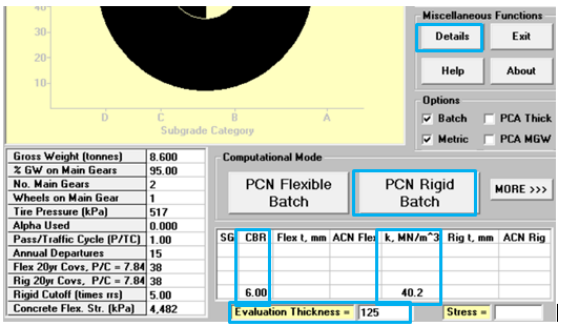
Setelah menginput data pada *spreadsheet*, selanjutnya data pada kolom " COMFAA Inputs" dimasukkan ke aplikasi COMFAA. Langkah pertama memasukkan data *annual departure* pada aplikasi COMFAA yang dapat dilihat pada menu "*Open Aircraft Window*".



No.	Aircraft Name	Gross Weight (tns)	Percent GW on Gears	Tire Press. (kPa)	Annual Departures	No. of Tires on Gear	Number of Gears
1	AW189	8.600	95.00	517	15	1	2
2	B412	5.398	95.00	345	13	1	2
3	EC155	4.850	100.00	345	12	1	1
4	AW169	4.800	100.00	345	58	1	1
5	H125/AS350	2.250	100.00	345	5	1	1

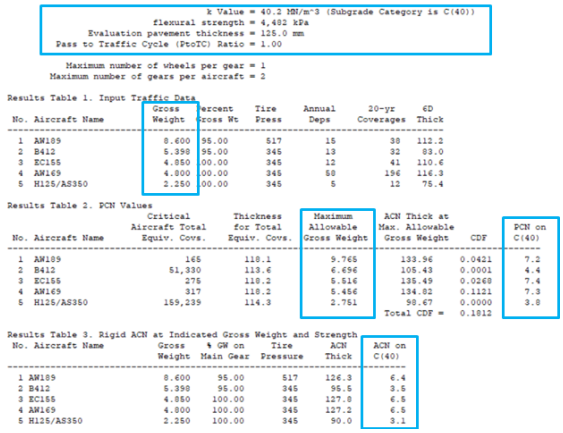
Gambar 7 *Aircraft Windows*

Langkah kedua memasukkan nilai yang didapatkan dari *spreadsheet* COMFAA, yaitu nilai CBR 6%, nilai k 40.17 MN/m^3, *evaluation thickness* 125 mm ke dalam aplikasi COMFAA.



Gambar 8 Tampilan Aplikasi COMFAA

Setelah data dimasukkan, langkah selanjutnya yaitu proses *running* aplikasi COMFAA dengan memilih menu "*PCN Rigid Batch*". Setelah proses *running* selesai, maka langkah terakhir yaitu dengan memilih menu "Details" untuk mengetahui hasil dari perhitungan menggunakan aplikasi COMFAA. Dimana didalam menu tersebut dapat melihat nilai dari PCN, ACN, dan *Maximum Allowable Gross Weight*.



Gambar 9 *Output* Data Hasil *Running* COMFAA

Dari hasil *running* aplikasi COMFAA didapatkan hasil data nilai PCN dan *Maximum Allowable Gross Weight*. Dimana hasil dari helikopter terkritis memiliki nilai PCN 7.2 dan *Maximum Allowable Gross Weight* 9.765 kilogram, sehingga helikopter terkritis bisa melakukan *take – off* dan *landing* dengan berat maksimal.

Peletakan Dowel

Didapatkan hasil tebal slab melalui perhitungan menggunakan aplikasi FAARFIELD adalah 125 mm, yang dimana hasil dari tebal slab tersebut dikonversikan ke dalam tabel sesuai dengan *Advisory Circular* No.150/5320-6G. Sehingga dowel yang digunakan yakni berdiameter 23 mm, panjang 460 mm dan jarak antar dowel 305 mm.

Tabel 4 Dimensi dan Jarak Antar Dowel

Thickness of Panel	Diameter	Length	Spacing
5-7 in (125-178 mm)	3/4in (20 mm)	18 in (460 mm)	12 in (305 mm)
7.5-12 in (191-305 mm)	1 in (25 mm)	18 in (460 mm)	12 in (305 mm)
12.5-16 in (318-406 mm)	1$^{1/4}$ in (30 mm)	20 in (510 mm)	15 in (380 mm)
16.5-20 in (419-508 mm)	1$^{1/2}$ in (40 mm)	20 in (510 mm)	18 in (460 mm)

Thickness of Panel	Diameter	Length	Spacing
20.5-24 in (521-610 mm)	2 in (50 mm)	24 in (610 mm)	18 in (460 mm)

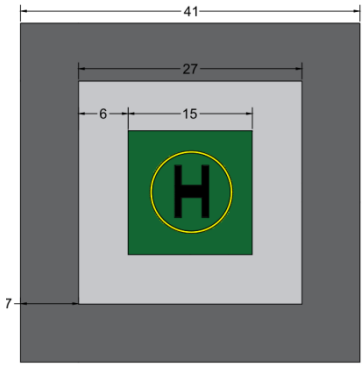
Tebal perkerasan pada perhitungan menggunakan aplikasi FAARFIELD adalah 227 mm, maka didapatkan hasil untuk menentukan jarak antar sambungan yaitu 15 feet (4.6 m).

Tabel 5 *Maximum* Jarak Antar Sambungan

Panel Thickness	Joint Spacing
6 in or less (152 mm)	12.5 feet (3.8 m)
6.5-9 in (165-229 mm)	15 feet (4.6 m)
>9 in (>229 mm)	20 feet (6.1 m)[2]

Marka *Surface Level Heliport*

Operator lapangan helikopter dapat merujuk pada Manual Standar CASR Bagian 139, Volume II, yang membahas tentang lapangan helikopter, untuk informasi teknis tentang cara membangun dan mengoperasikan lapangan helikopter sesuai dengan standar operasional dan teknis yang ditetapkan oleh Direktorat Jenderal Penerbangan Sipil. Berikut desain dari marka *surface level heliport*. Untuk arah mata angin dominan pada perencanaan *surface level heliport* mengikuti arah mata angin dominan yang sesuai dengan *runway*, dimana arah mata angin dominan di Bandar Udara Jenderal Ahmad Yani Semarang yakni timur dan tenggara.



Gambar 10 Marka *Surface Level Heliport*

Rencana Anggaran Biaya (RAB)

RAB dilakukan dalam menghitung kebutuhan biaya yang diperlukan dalam perencanaan *surface level heliport*. Hasil perhitungan tersebut telah disesuiakan dengan harga jasa dan barang daerah sekitar Semarang, berikut adalah biaya yang dibutuhkan dalam perencanaan *surface level heliport* di Bandar Udara Jenderal Ahmad Yani Semarang :

Gambar 11 Rencana Anggaran Biaya

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Sat	Biaya Satuan Ukur	Jumlah
1.	Direksi Keet	36	m^2	Rp.480,091.44	Rp.17,283,291.77
2.	Pembersihan	1.682	m^2	Rp.23,725.14	Rp.39,905,685.48
3.	Pengukuran	1.682	m^2	Rp.6,302.96	Rp.10,601,581.81
4.	Mobilisasi dan Demobilisasi	2	Ls	Rp.3,052,500.00	Rp.6,105,000.00
5.	Sirtu Padat CBR (*Subbase*)	171.462	m^3	Rp.175,768.67	Rp.30,137,647.48
6.	Bekisting	186.3	m^3	Rp.3,722,718.00	Rp.693,542,363.40
7.	Beton Semen Mutu K 350	840.5	m^3	Rp.1,658,989.95	Rp.1,394,381,052.47
8.	Pembesian Dowel	3.886	Kg	Rp.34,373.59	Rp.136,575,778.51
9.	Pekerjaan Marking	729	m^2	Rp.87,300.72	Rp.63,642,227.51
				Jumlah	Rp.2,389,174,627.99
(Terbilang Dua Miliar Tiga Ratus Delapan Puluh Sembilan Juta Seratus Tujuh Puluh Empat Ribu Enam Ratus Dua Puluh Tujuh Rupah Sembilan Puluh Sembilan Sen)					

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih penulis ucapkan kepada para pihak yang telah membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan penelitian ini. Semoga penelitian ini dapat memberi ilmu kepada pembaca dan manfaat pada penelitian berikutnya.

PENUTUP

Kesimpulan

Merujuk pada data yang sudah dianalisis dan diperhitungan bisa dijabarkan seperti berikut:

Hasil tebal perkerasan menggunakan *software* FAARFIELD dan COMFAA dengan AW189 menjadi acuan helikopter terkritis menghasilkan nilai PCN 7.4 dan nilai ACN 6.5, dengan lapisan *Surface* 12.5 cm, lapisan *Subbase* 10.2 cm, dan Nilai CBR *Subgrade* 6% serta *Maximum Allowable Gross Weight* 9.765 kg.

Hasil perhitungan merencanakan marka *Surface Level Heliport* dengan dimensi 41 x

41 x 0.227 m yang berdasarkan pada *Advisory Circular* No.150/5390-2D yaitu dengan lebar huruf H 4 m, diameter lingkaran 10 m, luas *TLOF* 15 x 15 m, luas *FATO* 27 x 27 m, luas *Surface Level Heliport* 41 x 41 m dan panjang *Safety Area* 7 m.

Untuk itu telah didapatkan hasil tebal perkerasan dan marka *surface level heliport*. Maka dilakukan perhitungan biaya yang dibutuhkan dalam perencanaan *surface level heliport*, didapatkan total kebutuhan biaya perencanaan *surface level heliport* sesuai Peraturan Walikota Semarang Nomor 13 Tahun 2024 adalah sebesar Rp. 2,389,174,627.99 (*Terbilang Dua Miliar Tiga Ratus Delapan Puluh Sembilan Juta Seratus Tujuh Puluh Empat Ribu Enam Ratus Dua Puluh Tujuh Rupiah Sembilan Puluh Sembilan Sen*).

Saran

Merujuk pada temuan dan kesimpulan yang sudah dilangsungkan, adapun penulis menyampaikan saran dalam penulisan proyek akhir sebagai berikut:

Penelitian ini hanya terbatas menghitung tebal perkerasan, marka *surface level heliport*, dan rencana anggaran biaya. Untuk penelitian kedepannya, diharapkan dapat mempertimbangkan sistem drainase dari luasan *surface level heliport* agar penelitian kedepannya menjadi lebih baik.

Pihak Bandar Udara Jenderal Ahmad Yani Semarang kedepannya bisa melakukan penyelidikan tanah untuk memastikan daya dukung tanah dasar (*subgrade*).

DAFTAR PUSTAKA

[1] Akkaya, B., & Bal, H. (2024). Analysis Of The Shimmy In The Landing Gear Of A General-Purpose Helicopter For Different Payloads. Https://Doi.Org/10.1088/1742-6596/2746/1/012009

[2] Andi, P., Putra, P., Fatimah, S., & Rozi, F. (N.D.). Planning Surface Level Heliport At Labuan Bajo Komodo Airport.

[3] Aviation, F. (2014). Advisory Circular No. 150/5335-5c Standardized Method Of Reporting Aiport Pavement Strength - Pcn.

[4] B, M. D. S., & Suryono, W. (2023). Planning Of Rigid Pavement On Surface Level Heliport At Rahadi Oesman Airport Ketapang – West Kalimantan. Atlantis Press International Bv.

[5] Bandara, D. I., & Sam, I. (2020). Perencanaan Perkerasan Pada Perluasan Apron Di Bandara Internasional Sam Ratunlangi Manado. 5(2), 19–28.

[6] Basuki, H. (2014). Merancang, Merencana Lapangan Terbang.

[7] Design, A. P. (2021). Advisory Circular No. 150/5320-6g "Airport Pavement Design And Evaluation."

[8] Design, H. (2023). Advisory Circular No. 150/5390-2d "Heliport Design." 1(C).

[9] Chaves, J. W. R., & Oliveira, F. H. L. (2024). Impacts Of Backcalculation Software Selection On Airport Flexible Pavements Using The Aircraft Classification Rating/Pavement Classification Rating Method. Transportation Research Record. Https://Doi.Org/10.1177/03611981241275563

[10] Gkyrtis, K., Armeni, A., & Loizos, A. (2021). A Mechanistic Perspective For Airfield Pavements Evaluation

Focusing On The Asphalt Layers' Behaviour. International Journal Of Pavement Engineering, 1–14. Https://Doi.Org/10.1080/10298436.2021.1995733

[11] Hardiyatmo. (2007). Pemeliharaan Jalan Raya Perkerasan Drainase Longsoran.

[12] Hilman, M. Y. (2017). Perencanaan Sisi Udara Bandara Internasional Ahmad Yani Semarang. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

[13] Keselamatan, P., & Sipil, P. (2015). Kp 93 Tahun 2015 Tentang Pedoman Teknis Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139-24 (Advisory Circular Casr Part 139-24), Pedoman Perhitungan Pcn (Pavement Classification Number) Perkerasan Prasarana Bandar Udara. 24.

[14] Kp 215 Tahun 2019 Tentang Standar Teknis Dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139 (Manual Of Standard Casr Part 139) Volume Ii Tempat Pendaratan Dan Lepas Landas Helikopter (Heliport). (2019). Ii.

[15] Mcconkey, E. D., Anoll, R. K., Renton, M. B., & Young, J. (1991). Helicopter Physical And Performance Data. Https://Apps.Dtic.Mil/Sti/Pdfs/Ada243805.Pdf

[16] Perhubungan, M. (2017). Pm 80 Tahun 2017 Tentang Program Keamanan Penerbangan Nasional. Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia, Pm 51, 28.

[17] Pm 77 Tahun. (2015). Peraturan Mentri Perhubungan Republik Indonesia Nomor Pm 77 Tahun 2015 Tentang 2015 Tentang Standarisasi Dan Sertifikasi Faasilitas Bandar Udara. Pm 77 Perhubungan, 12.

[18] Rohanwi, F., Buaton, T., & Makbul, A. M. R. (2024). Determination Of Vertical Boundaries Of National Airspace In The Context Of Airspace Security Operations. Aurelia, 4(1), 291–303. Https://Doi.Org/10.57235/Aurelia.V4i1.3671

[19] Santilli, S. R., & Correia, N. (2024). Evaluating Cumulative Damage Factor (Cdf) Of 20 Brazilian Airfield Pavement Structures Using Faarfield And Bakfaa. Transportes. Https://Doi.Org/10.58922/Transportes.V32i2.2973

[20] Sharma, R., & Kasilingam, S. (2023). Performance Of Thin Reinforced Concrete Slabs Against Low Velocity Repeated Impact Load. European Journal Of Environmental And Civil Engineering. Https://Doi.Org/10.1080/19648189.2023.2259956

[21] Suda, H., & Sato, K. (1973). A Proposition Of Equivalences Of Base Courses And Subbases Of Various Materials In Airport Pavement. 1973(218), 53–65. Https://Doi.Org/10.2208/Jscej1969.1973.218_53

[22] Susilo, T. R. I. (2020). Perencanaan Struktur Perkerasan Kaku Surface Level Heliport Di Bandar Udara Sultan Muhammad Kaharuddin - Sumbawa Besar. 1–14.

[23] Udara, B., Pangeran, A. J. I., Pranoto, T., Kunci, K., & Level, S. (2024). Perencanaan Perkerasan Kaku Surface Level Heliport Di Bandar Udara Aji Pangeran Tumenggung Pranoto.

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622-8890

[24] Uhl, R. T. (1978). Advisory Circular No. 150/5320-6d Airport Pavement Design And Evaluation.