

TINJAUAN PERPANJANGAN DAN TEBAL PERKERASAN RUNWAY BANDAR UDARA SILAMPARI

Doni Haidar Nur ¹, Setyo Mulat ²

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Jayabaya, Jakarta Timur, DKI Jakarta, Indonesia

Email¹: setyo.mulat@gmail.com

Abstrak

Bandara Silampari melakukan pengembangan fasilitas terhadap panjang runway 2.220 m untuk melayani pesawat udara rencana Boeing 737-900 ER sehingga diperlukan tinjauan untuk analisa kebutuhan pengembangan dimaksud. Dengan menggunakan metoda *ICAO Doc 9177 part 1 runway* kebutuhan panjang runway didapat 3.120 m, menggunakan metoda grafik *Flight Planing and Performane Manual Boeing 737-900 ER* didapat 3.020 (*Maximum Apron Mass*) dan didapat 2.720 m (koreksi dari *Maximum Apron Mass*). Kemudian kebutuhan tebal perkerasan (*Software FAAAIRFIELD*) didapat susunan : *P-401/P403 HMA surface = 4inch; P-401/P-403 HMA Stabilized = 5 inch; P-209 Crushed Aggregate = 6 inch; P-154 Uncrushed Aggregates = 17,9 inch* dengan nilai PCN adalah 66,3 (*software COMFAA*) lebih besar dari ACN pesawat udara yaitu 56 dengan *Comulative Damage Factor* : $0,2722 < 1$, serta adanya kebutuhan peningkatan fasilitas/peralatan lainnya. Mempertibangkan proyeksi linear *annual depature* sampai tahun 2034 hanya 580 maka perpanjangan yang diperlukan adalah $2.720 - 2.220 = 500$ m, Untuk kebutuhan tebal perkerasan *base* dapat dilakukan pengurangan mengingat hasil dari desain PCN $66 > ACN 56$.

Kata kunci:, ARFL kurva/grafik, FAAAIRFIELD, COMFAA, PCN- ACN

Pendahuluan

Runway adalah daerah persegi yang telah ditentukan di *Aerodrome* Daratan yang merupakan bagian dari bandar udara yang digunakan untuk pendaratan atau lepas landas pesawat udara. Oleh karena itu, dengan kondisi panjang runway 2.220 m maka berdasarkan kode bandar udara (*aerodrome reference code*) masuk kategori 4C dan berdasarkan rencana pengembangan dalam kerangka acuan kerja Bandar Udara Silampari telah ditetapkan jenis pesawat udara yang akan beropersi adalah Boeing 737-900 ER yang memiliki kebutuhan panjang runway (*aeroplane reference filed length*) 2,240 m pada kondisi *Internasional Standarad Atmosphere* yaitu elevasi 0 m, temperatur 15^0 C, *slope* 0 % dan memiliki berat *full* statis di apron pada saat parkir (*Maximum Apron Mass*) : 85.366 kg (188.200 lbs) dengan kebutuhan tebal perkerasan yang terdiri dari *surface, base* dan *sub base* dengan kemampuan daya dukung *Pavement Clasification Number* (PCN) $\geq$

Aircraft Clasification Number (ACN) : 56 di CBR subgrade rencana 6 % untuk perkerasan *flexible*, maka harus dilakukan analisa dan penilaian terhadap kebutuhan perpanjangan runway secara manual dengan metoda perhitungan koreksi *aeroplane reference field length* terhadap faktor elevasi, temperature, *slope* sebagai panjang sebenarnya runway pada lingkungan geografis runway tersebut berada yang diperbandingkan dengan kebutuhan panjang runway berdasarkan grafik/kurva performansi pesawat udara pabrikan yang berdasarkan selain faktor lingkungan geografis runway tersebut berada juga mempertimbangkan *maximum take off weight* atau *maximum landing weight*, rute penerbangan dan analisa kebutuhan tebal perkerasan secara komputasi berdasarkan pertimbangan proyeksi (*forecast*) *annual depature*, konfigurasi roda, *maximum take off weight*, CBR rencana, umur rencana termasuk kemampuan daya dukungnya serta

analisa penilaian adanya dampak pemenuhan fasilitas/peralatan lainnya.

Adapun tujuan dari penelitian berdasarkan uraian di atas adalah untuk memperoleh kebutuhan panjang runway yang dibutuhkan dan memperoleh kebutuhan tebal perkerasan runway yang dibutuhkan, serta memperoleh dampak kebutuhan pemenuhan fasilitas/peralatan lainnya terhadap aspek keselamatan yang juga harus dipenuhi untuk pengoperasian pesawat udara rencana menggunakan :

1. Data lapangan dari Bandar Udara Silampari meliputi : data rencana induk bandar udara; data fasilitas bandar udara (Aeronautical Information Publication (AIP) Indonesia vol III, WIPB AIRAC AIP AMDT 107 12 AUG 21) dan Data lalu lintas angkutan udara tahun 2020 sampai dengan per 9 September 2024
2. Metoda dalam melakukan analisis penilaian/evaluasi secara manual dan komputasi mengacu pada:
 - a. Untuk kebutuhan panjang runway mengacu ICAO Doc.9157 – Aerodrome Design Manual dan Flight Planing and Performaced Manual Boeing 737 – 900 ER.
 - b. Untuk kebutuhan tebal perkerasan menggunakan FAA Method yang telah di adopsi dalam KP 93 Tahun 2015 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;
 - c. Untuk kebutuhan dampak fasiliitas lainnya menggunakan metoda penilaian pemenuhan kesuaian yang di atur dalam PR 21 Tahun 2023 Tentang Standar Teknis Dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Slpil Bagian 139 (Manual Of Standard CASR Part 139) Volume I Aerodrome Daratan.

Metode Penelitian

Adapun tahapan penelitian yaitu pengumpulan data primer dan data sekunder

yang terdiri darai semua data-data bandar udara data karekteristik pesawat udara yang berkaitan dengan penelitian ini, kemudian disusun dan di analisa terhadap kebutuhan panjang dan tebal perkerasan sesuai dengan metoda yang dipilih berdasarkan studi kepustakaan yang terkait dengan penelitian ini , termausk dampak lainnya.

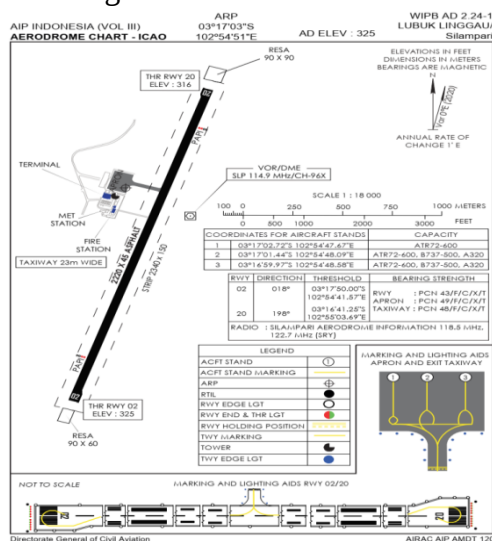
Tempat

Lokasi penelitian Bandar Udara Silampari terletak di Jalan Lapter No,1 Kelurahan Air Kuti, Kecamatan Lubuk Linggau Timur, Kota Lubuk Linggau – Provinsi Sumatera Selatan dengan koordinat: $3^{\circ} 17' 03''$ S dan $102^{\circ} 54' 51''$ E

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara mencari keterangan yang bersifat primer (data yang langsung diperoleh dari tempat penelitian) meliputi : pengambilan data pergerakan pesawat udara (5 tahun terakhir), pengambilan data fasilitas exsiting bandar udara serta pengumpulan data spesifikasi.karakteristik pesawat udara yang direncanakan. Sedangkan ata sekunder adalah data yang diperoleh dengan cara mengumpuldkan data dari instansi yang terkait. meliputi rencana pengembangan bandar udara (umur rencana, CBR rencana dan jenis perkerasan) dan ketenntuan-ketentuan standar teknis yang berlaku di bandar udara.

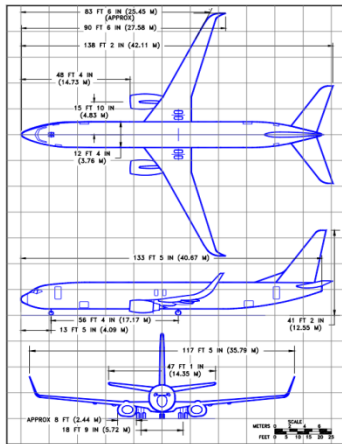
1. Layout Bandar Udara termasuk data runway existing



- Data geografis berdasarkan Publikasi Informasi Aeronautika yang diterbitkan oleh Direktorat Jenderal Perhubungan Udara yaitu ; AIP INDONESIA (VOL III), AIRAC AIP AMDT 107 12 AUG 21 didapat data:

Temperatur : 30⁰ C
Elevasi : 325 feet
Slope runway : < 1%

- Data pesawat udara Rencana : Boeing 737 -900 ER



ARFL : 2.240 m , *Maximum Apron Mass* sebesar : 85.366 kg (188.200 lbs), *Operating Mass Empty* sebesar : 44.679 kbg (105.535 lbs) dan Flaps rencana 10

- Rencana rute

Total kebutuhan flight distance : 281, 28 nm + 109.79 nm = 391,07 nm (724,262 km) + 10 % (perkiraan angka deviasi selama proses perjalanan) = 491,07 nm = 795,83 km.

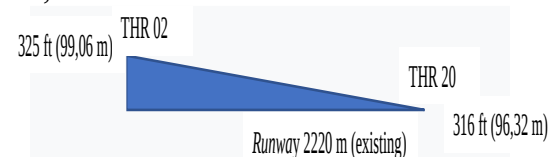
Analisa Kebutuhan Panjang Runway

- Metoda ICAO Doc 9157 part 1 Runway Bandar Udara Silampari memiliki data :

Temperatur : 300 C

Elevasi : 325 feet

Slope : berdasarkan data existing runway 2.220 m maka dengan Elevasi Threshold rwy 02 = 325 ft = 99,06 m dan Elevasi Threshold rwy 20 = 316 ft = 96,32 m



Didapat *slope runway* :
tinggi/jarak x 100% = ((99,06 – 96,32)/2.220) x 100 % = 0,12

$$Fe = 1 + 0.07 h / 300 = 1 + (0,07 \times 325) / 304 = 1,074$$

$$Ft = 1 + 0.01 (T - (15 - 0.0065 h)) = 1 + 0,01 (30 - (15 - (0,0065 \times 325))) = 1 + 0,01 (30 - (15 - 12,88)) = 1 + 0,01 (30 - 2,12) = 1,278$$

$$Fs = 1 + 0.1 S = 1 + 0,1 (0,12) = 1, 012$$

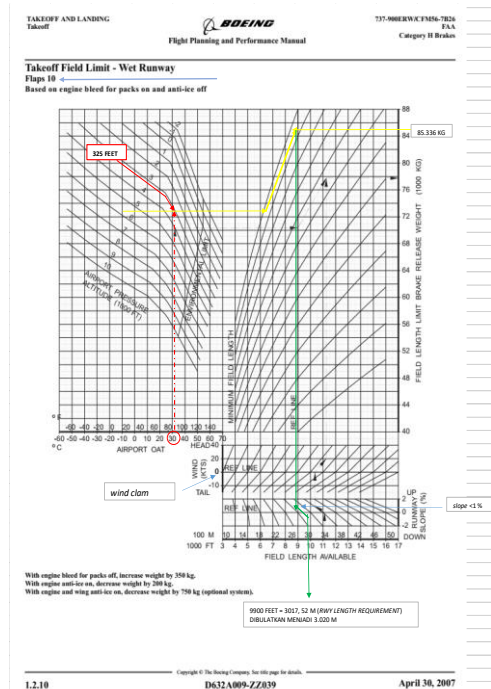
$$La = Lb \times Fe \times Ft \times Fs,$$

$$= 2.240 \times 1,074 \times 1,278 \times 1, 012$$

$$= 3.111,45 \Rightarrow \text{dibulatkan menjadi } \mathbf{3.120 \text{ m}}$$

- Metoda Grafik/kurva pesawat udara rencana : berdasarkan dari dokumen *Flight Planing and Performane Manual Boeing 737-900ER* grafik 1.2.10 (hal 32) edisi 3

- Dengan *Maximum Apron Mass* B 737 900 ER (beban full statis) di apron pada saat parkir : 85.366 kg (188.200 lbs), elevasi 325 feet, temperature 30⁰ C, kondisi angin cukup baik (*wind calm*) serta *slope* < 1 % maka didapat **3.020 m**



- Dengan berat aktual pada saat pesawat udara *landing* sebagai berikut :

Data pesawat udara performansi

B 737 -900 ER :

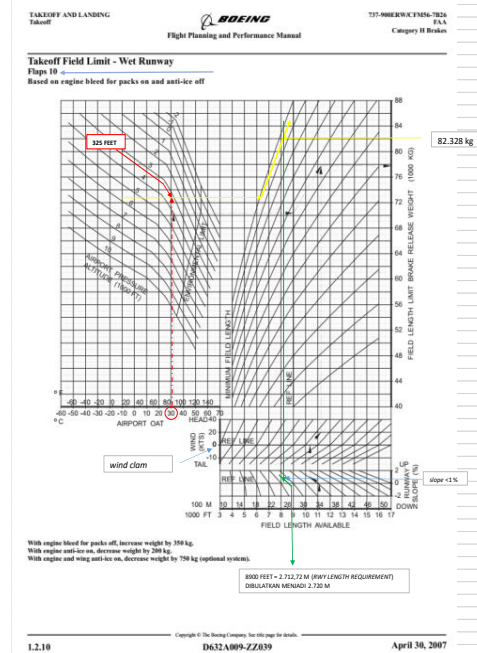
MTOW : 85150 kg

(Max.Take-Off Weight)
 Fuel flow : 2300 kg/hrs.
 Speed (/Cruise) : 0.79 Mach
 = 455 knots
 = 844 km/h

Menghitung *block fuel* :

- total kebutuhan *flight distance* adalah :
 Jarak 281, 28 nm (CGK -LLJ) +
 Jarak 109.79 nm (LLJ-PLM) =
 391,07 nm + 10 % (deviasi
 selama proses perjalanan) =
 491,07 nm = 795,83 km
- flight time* adalah : *flight distance/Speed* = (795,83 km)/(844 km/h) x 60 menit = 30,58 menit
- fuel trip* adalah : *flight time / fuel flow* = (30,58 menit)/((2300 kg/hrs) x 60 menit)=1.172,28 kg
- holding fuel* 30 menit adalah : waktu *holding/ fuel flow* = (30 menit/60 menit) x 2300 kg/hrs = 1.150 kg
- taxi fuel* adalah asumsi dari parkir menuju ke runway membutuhkan = 500 kg

Maka total berat *fuel (block fuel)* = *fuel trip* + *holding fuel* 30 mnt + *taxi fuel* = 1.172,28 kg + 1.150 kg + 500 kg = 2.822,28 kg, sehingga berat pesawat pada saat landing adalah MTOW (Max. Take-Off Weight) - *block fuel* = 85.150 kg - 2.822,28 kg = 82.327,72 kg dibulatkan menjadi 82.328 kg kemudian dengan elevasi 325 feet, temperature 30 °C, kondisi angin cukup baik (*wind calm*) serta *slope* < 1 % kebutuhan panjang runway menjadi **2.720 m**



Analisa Kebutuhan Tebal Perkerasan Runway dengan metoda Software FAA AC 150/5320-6E yaitu : FAAAIRFIELD

Federal Aviation Administration

FAARFIELD 2.1.1 (Build 12/21/2023)

Job Name: EXTENSION RWY

Structure: New Structure 1

Analysis Type: New Flexible

Last Run: Thickness Design 2024-09-20 20:29:25

Design Life = 20 Years

Total thickness to the top of the subgrade = 32.9in.

Pavement Structure Information by Layer

No.	Type	Thickness (in.)	Modulus (psi)	CBR	Poisson's Ratio	Strength R (psi)
1	P-401/P-403 HMA Surface	4.0	200,000	0	0.35	0
2	P-401/P-403 HMA Stabilized	5.0	400,000	0	0.35	0
3	P-209 Crushed Aggregate	6.0	50,401	0	0.35	0
4	P-154 Uncrushed Aggregate	17.9	17,837	0	0.35	0
5	Subgrade	0	9,000	6	0.35	0

Airplane Information

No.	Name	Gross Wt. (lbs)	Annual Departures	% Annual Growth
1	B737-900 ER	188,200	1,200	0
2	ATR 72-500	51,081	1,200	0

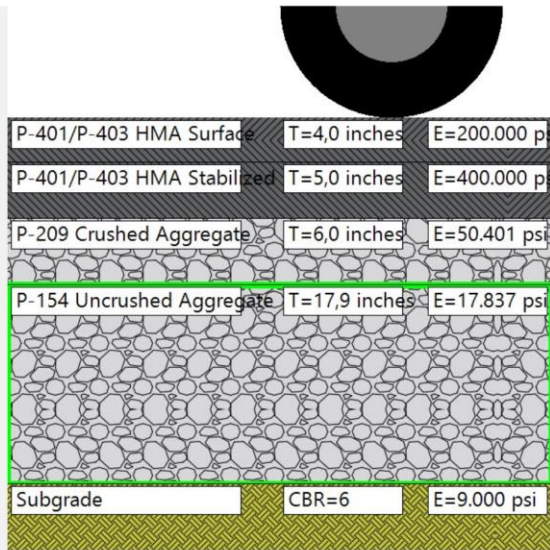
Additional Airplane Information

Subgrade CDF

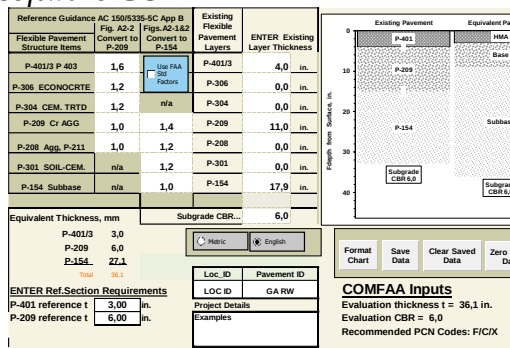
No.	Name	CDF Contribution	CDF Max for Airplane	P/C Ratio
1	B737-900 ER	1.00	1.00	1.24
2	ATR 72-500	0.00	0.00	1.5

NOTE:

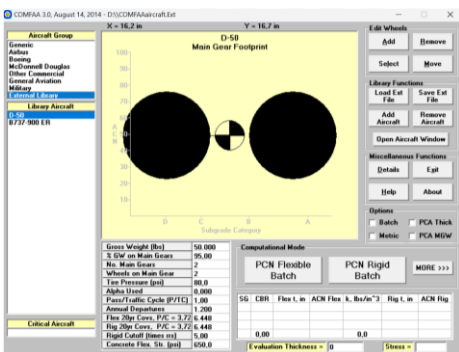
User is responsible for checking frost protection requirements.



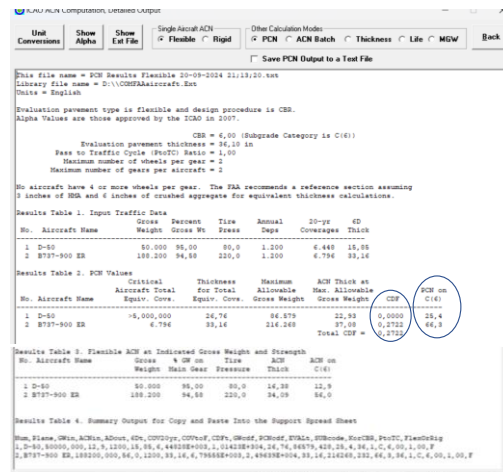
Gambar 4.9 Hasil Analisa Tebal Perkerasan Rencana
Analisa Nilai PCN runway dengan metoda
software COMFAA



Gambar 4.10 Spreadsheet COMFAA 30-SUPOORT



Gambar 4.11 COMFAA



Gambar 4.12
hasil Analisa Nilai PCN dan Nilai Cumulative Damage Factor

Dengan nilai PCN tebal perkerasan runway rencana adalah 66,3 Nilai dengan *Cumulative Damage Factor* (CDF) $0,2722 < 1$ memenuhi persyaratan sesuai KP 93 tahun 2015 tentang Pedoman Teknis Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139 (AC CASR Part 139-24) Pedoman Perhitungan PCN Perkerasan Prasarana Bandar Udara, apabila terdapat nilai CDF melebihi dari angka 1 maka dilakukan dapat dilakukan penyesuaian misal pada variabel *evaluation annual departure* atau *evaluation thickness*.

Kontrol $PCN > ACN$

Berdasarkan tabel 5 *Aircraft Classification Number* (ACN) di dapat nilai PCN $66,3 > ACN 56$ sehingga kondisi tersebut memenuhi persyaratan.

Analisa/penilaian kebutuhan/peningkatan fasilitas/peralatan existing lainnya terhadap operasi pesawat udara rencana

Berdasarkan kesesuaian antara Tabel 7 *Aerodrome Reference Code* (ARC) dan Tabel 8 karakteristik jenis/type pesawat udara dengan kebutuhan persyaratan nilai PCN pada Tabel 5 *Aircraft Clasification Number*, penyediaan *end runway strip*, RESA baru pada perpanjangan runway sesuai PR 21 tahun 2023 sub bab 3,3 dan sub bagian 3,4 dan penyesuaian keberadaan alat bantu visual Bab 5 serta peningkatan fasilitas/peralatan Pertolongan kecelakaan pesawat udara dan

pemadam kebakaran (PKP-PK) sesuai kategori tercantum dalam tabel 9 didapat :

1. Peningkatan Fasilitas taxiway existing yang tersedia saat ini memiliki kemampuan daya dukung dengan nilai PCN 49 FCXT dan Fasilitas apron existing yang tersedia memiliki kemampuan daya dukung nilai PCN 48 FCXT dimana kedua nilai tersebut belum memenuhi persyaratan yaitu dibawah nilai ACN pesawat udara B 737 900 ER yaitu 56 (PCN<ACN) sehingga memerlukan peningkatan nilai PCN dengan menambah tebal perkerasan.
 2. Penyediaan fasilitas *end runway strip* dan *runway end safety area* setelah perpanjangan runway.
 3. Penyesuaian keberadaan alat bantu visual berupa marka-marka, *precision approach path indicator* (PAPI) dan lampu pada runway setelah perpanjangan.
- Peningkatan fasilitas PKP-PK dikarenakan panjang keseluruhan (*fuse lage*) pesawat udara B 737 900ER adalah 40,67 m (133 feet), sehingga mengacu tabel 9 maka kebutuhan fasilitas pelayanan PKP-PK kategori 7 (39 m/s/d < 49 m) sehingga belum sesuai dengan kategori yang tersedia di bandar udara saat ini yaitu kategori 6.

Kesimpulan

1. Kebutuhan panjang :

- a. Dengan menggunakan metoda ICAO Doc 9177 *part 1 runway* maka dari perhitungan koreksi *Aeroplane Reference Field Length* (ARFL) dengan temperatur : 30⁰ C, elevasi : 325 feet dan slope runway 0,12 % di dapat kebutuhan panjang runway **3.120 m**
- b. Dengan menggunakan metoda *Flight Planing and Performane Manual Boeing 737-900ER* maka :
 - i. berdasarkan berat *Maximum Apron Mass* B 737 900 ER (beban full statis) di apron pada saat parkir : 85.366 kg (188.200 lbs), elevasi 325

feet, temperature 30⁰ C, kondisi angin cukup baik (*wind calm*) serta *slope < 1 %* maka didapat **3.020 m**.

- ii. Sedangkan berdasarkan berat pesawat udara 737-900 ER akibat pemakaian bahan bakar (*block fuel*) berdasarkan rute penerbangan dan pergerakan di taxiway sebesar 82.328 kg serta dengan variabel kondisi geografis yang sama yaitu elevasi 325 *feet, temperature 30⁰ C*, kondisi angin cukup baik (*wind calm*) serta *slope < 1 %* maka didapat kebutuhan panjang runway menjai **2.720 m**.

2. Kebutuhan tebal perkerasan dengan menggunakan metoda *Software FAA AC 150/5320-6E* yaitu : *FAAAIRFIELD* didapat susunan : *P-401/P403 HMA surface = 4inch; P-401/P-403 HMA Stabilized = 5 inch; P-209 Crushed Aggregate = 6 inch; P-154 Uncrushed Aggregates = 17,9 inch* dengan nilai PCN menggunakan **software COMFAA** adalah **66,3** lebih besar dari ACN pesawat udara yaitu 56 dengan nilai *Comulative Damage Factor* (CDF) 0,2722 < 1.

3. Kebutuhan/peningkatan fasilitas/peralatan existing lainnya terhadap operasi pesawat udara rencana meliputi :

- a. Peningkatan kemampuan daya dukung taxiway existing yang tersedia saat ini yang memiliki dengan nilai PCN 49 FCXT dan daya dukung fasilitas apron existing yang tersedia memiliki nilai PCN 48 FCXT dimana nilai kedua PCN tersebut belum memenuhi persyaratan yaitu dibawah nilai ACN pesawat udara B 737 900 ER yaitu 56 (PCN<ACN) sehingga perlu dilakukan penambahan nilai PCN dengan menambah tebal perkerasan.
- b. Pembuatan/penyediaan fasilitas *end runway strip* dan *runway end safety area* setelah perpanjangan runway

Penyesuaian alat bantu visual berupa marka dan *precision approach path indicator* (PAPI) akibat adanya perpanjangan runway tersebut.

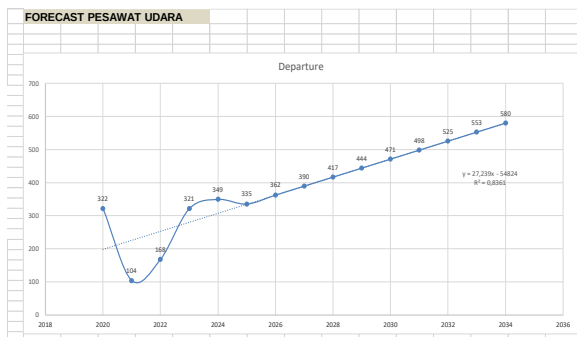
- c. Penambahan/peningkatan fasilitas/peralatan pertolongan kecelakaan dan pemadam kebakaran pesawat udara (PKP-PK) dari existing yang tersedia adalah kategori 6 menjadi kategori 7.

Saran

Memperhatikan proyeksi (forecast secara lienar) annual departure 10 tahun kedepan yaitu dari tahun 2024 s/d 2034 diatas yaitu hanya 580

Tabel 11 Koreksi Data Pergerakan Pesawat Udara

No	Tahun	Jenis Pesawat Udara	Pergerakan	
			Datang (arrival)	Berangkat (departure)
1.	2020	ATR 72	129	129
		B737 – 500	69	69
		A 320	124	124
			322	322
2.	2021	ATR 72	24	24
		B737 – 500	1	1
		A 320	79	79
			104	104
3.	2022	A 320	168	168
		A 320	321	321
		A 320	349	349



dan jarak tempuh (*flight distance*) dibawah 1 jam maka penulis menyarankan dengan mempertimbangkan aspek ekonomis sebagai berikut :

1. Dari 3 (tiga) hasil perhitungan manual kebutuhan panjang runway digunakan panjang 2,720 sebagai rujukan, sehingga perpanjangan yang diperlukan adalah $2.720 - 2.220 = 500$ m,
2. Untuk kebutuhan tebal perkerasan *base* yang terdiri dari *hot mix aggregate stabilized* (P-401/P-4-3) 5 *inch* dan *crushed aggregate* (P-154) 6 *inch* dapat dilakukan pengurangan tebal mengingat hasil dari desain tebal perkerasan didapat nilai PCN 66,3 > ACN 56 dengan nilai

Comulative Damage Factor (CDF) $0,2722 < 1$.

Daftar Pustaka

- Zulfhazli, Hamzani dan Putra . 2020. Analisis tebal dan panjang landasan pacu Bandar Udara Internasional Sultan Iskandar Muda Blang Bintang Zulfhazli1), Hamzani2), Putra Pratama3) *Jurusan Teknik Sipil Universitas Malikussaleh*
- Aeronautical Information Publication (AIP) Indonesia vol III, WIPB AIRAC AIP AMDT 107 12 AUG 21;
- Data Lalu Lintas Angkutan Udara tahun 2020 sampai dengan per 9 September 2024;
- Evaluasi Panjang Landas Pacu Ketiga Bandara Internasional Soekarno-Hatta Untuk Pengoperasian Pesawat Jenis Boeing 747-8, Indartono Rivai 1, Tri Rachma 2, Bimo Radifan Abdulrrahman 3, Program Studi Teknis Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Jayabaya, Jakrta, Indonesia Email : bimoradifan96@gmail.com;
- FAA Method yang telah di adopsi dalam KP 93 Tahun 2015 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;
- Keputusan Menteri Perhubungan RI nomor : dengan KP 352 Tahun 2015 Rencana Induk Bandar Udara Bandar Udara Silampari di Kota Lubuk Linggau Kabupaten Musi Rawas Propinsi Sumatera Selatan;
- ICAO Doc.9157 – Aerodrome Design Manua, Part 1 Runway;
- ICAO Doc. 9157 Aerodrome Design Manual, Part 3 – Pavement
- ICAO 8991 Manual on Air Traffic Forecasting;

Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan
Udara nomor : KP 14 Tahun 2021
Spesifikasi Pekerjaan Fasilitas Sisi
Udara Bandar Udara;
Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan
Udara KP 590 tahun 2014 tentang
Pedoman Teknis Pembuatan Rencana
Induk Bandar Udara;
Flight Planing and Performaced Manual
Boeing 737 – 900 ER;
Perancangan Perpanjangan Runway
Bandara I Gusti Ngurah Rai, Griselda
Amadhea Caristyan dan Ervina
Ahyudanari Departemen Teknik Sipil,
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
(ITS) e-mail: ervina@ce.its.ac.id