

PERANCANGAN *PAVED SHOULDER* PADA *RUNWAY* BANDAR UDARA INTERNASIONAL JUWATA TARAKAN

Muhammad Zahirul Alim¹, Nurani Hartatik², Setiyo Hariyadi Suranto Putro³

^{1,2,3} Politeknik Penerbangan Surabaya, Jl. Jemur Andayani I No 73 Surabaya 60236

Email: zahirulalim123@gmail.com

Abstrak

Shoulder runway Bandar Udara Juwata tidak berupa lapisan perkerasan sehingga memungkinkan benda asing atau Foreign Object Debris (FOD) seperti rumput, kerikil, maupun hewan yang berada pada *runway strip* dapat menyebabkan *hazard* bagi pesawat udara yang menggunakan turbin. Perencanaan dimulai dengan mengolah data - data antara lain lalu lintas angkutan udara, data CBR tanah dan AIP bandara Juwata Tarakan. Kemudian dilakukan perhitungan tebal perkerasan berdasarkan pesawat terbesar yang beroperasi dengan menggunakan perhitungan grafik manual dari FAA. Dilanjutkan dengan perhitungan menggunakan *software* FAARFIELD 2.0.7. Selanjutnya menentukan dimensi *paved shoulder runway* berdasarkan regulasi KP 326 Tahun 2019. Berdasarkan pembahasan didapatkan dimensi untuk *paved shoulder runway* pada Bandar Udara Internasional Juwata Tarakan sebesar 7,5 m pada tiap sisinya sehingga total lebar *runway* didapatkan sebesar 60 m. Dari hasil perhitungan menggunakan metode grafik didapatkan tebal total perkerasan 51,5 cm dengan PCN 66 F/C/X/T dan dari FAARFIELD ditemukan tebal total 54,5 cm dengan PCN 86 F/C/X/T. yang mana untuk keperluan publikasi data bandara diterbitkanlah nilai PCN berdasarkan hasil perhitungan melalui metode grafik dari FAA.

Kata Kunci: *Paved Shoulder Runway*, FAARFIELD, FAA

Abstract

The shoulder runway of Juwata Airport is not in the form of a pavement layer so as to allow foreign objects or Foreign Object Debris (FOD) such as grass, gravel, or animals to be on the runway strip, which causes a hazard for aircraft using turbines. Planning begins with processing data such as air transport traffic, land CBR data and AIP at Juwata Tarakan airport. From these data, the pavement thickness calculation is based on the largest operating aircraft using manual graphic calculations from the FAA. Followed by calculations using FAARFIELD 2.0.7. . Then an evaluation is carried out to determine the dimensions of the paved shoulder runway based on the applicable regulations. considerations, the dimensions for the paved shoulder runway at Juwata Tarakan International Airport are 7.5 m on each side so that the total runway width is 60 m. From the results of calculations using the graphical method, the total pavement thickness is 51.5 cm with a PCN of 66 F/C/X/T and from FAARFIELD found a total thickness of 54.5 cm with a PCN of 86 F/C/X/T.

Keywords: *Paved Shoulder Runway*, FAARFIELD, FAA

PENDAHULUAN

Bandar Udara Internasional Juwata Tarakan memiliki kode IATA: TRK, kode ICAO: WAQQ dan berstatus sebagai Bandar Udara Kelas I Utama yang dikelola oleh UPBU Direktorat Jenderal Perhubungan Udara terletak. Bandar Udara ini melayani rute penerbangan domestik dan internasional. Berdasarkan tinjauan di lapangan, *paved shoulder runway* Bandar Udara Juwata tidak berupa lapisan perkerasan tetapi berupa rumput sehingga memungkinkan benda asing atau *Foreign Object Debris* (FOD) seperti rumput, kerikil, maupun hewan yang berada pada *runway strip* yang dimana hal tersebut menyebabkan *hazard* bagi pesawat udara yang menggunakan turbin. Selain itu, tidak adanya *paved shoulder runway* juga menyulitkan para teknisi untuk melakukan kegiatan pemeliharaan fasilitas sisi udara seperti rumput dan lampu di sekitar *runway*, hal itu menyebabkan ketinggian rumput pada sekitar *runway* melebihi tinggi dari *runway edge light* sehingga mengganggu visual dari pilot dalam menentukan batas pinggir *runway* ketika penerbangan malam maupun saat kondisi mendung/hujan dimana hal tersebut dapat membahayakan keselamatan penerbangan. Berdasarkan uraian permasalahan di atas, penulis tertarik untuk mengangkat judul mengenai :

“PERENCANAAN *PAVED SHOULDER* PADA *RUNWAY* BANDAR UDARA INTERNASIONAL JUWATA TARAKAN, KALIMANTAN UTARA”.

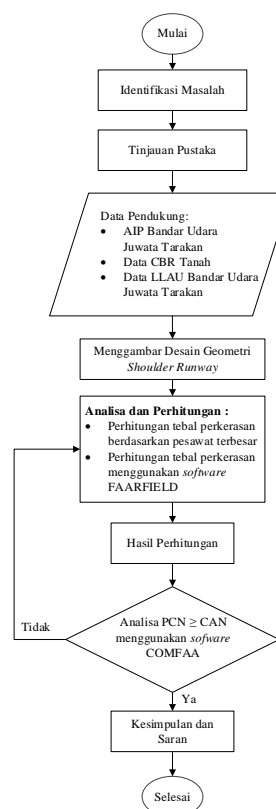
Rumusan masalah dari permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana merencanakan tebal *paved shoulder runway* di Bandar Udara Internasional Juwata Tarakan berdasarkan pesawat terbesar?

2. Bagaimana merencanakan *paved shoulder runway* di Bandar Udara Internasional Juwata Tarakan menggunakan aplikasi FAARFIELD 2.0?
3. Bagaimana rencana desain tampak atas, potongan A – A, dan potongan B – B *paved shoulder runway* di Bandar Udara Internasional Juwata Tarakan?

METODE

Berikut adalah urutan penelitian disajikan dalam bagan alur penelitian seperti di bawah ini:



Gambar 1. Bagan Alur Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan metode penulisan sebagai berikut:

1. Melakukan pengamatan secara langsung di Bandar Udara Internasional Juwata Tarakan, serta didukung oleh data-data

yang diperoleh dari bandara tersebut terkait dengan kondisi lapangan, dalam hal ini adalah CBR tanah dasar..

2. Studi Pustaka, yaitu menggunakan data-data yang diperoleh dari buku-buku, jurnal, serta regulasi yang terkait dengan materi penelitian sebagai referensi dari proses penyusunan penelitian sampai terselesaikannya penelitian.
3. Tempat penelitian berlokasi di Bandar Udara Internasional Juwata Tarakan, serta waktu penelitian dilaksanakan saat pelaksanaan OJT di Bandar Udara Internasional Juwata Tarakan tepatnya Oktober 2021 sampai Februari 2022.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Tebal *Paved Shoulder Runway* Berdasarkan Pesawat Terbesar

Perhitungan tebal perkerasan menggunakan metode manual FAA adalah sebagai berikut :

1. Menentukan Pesawat Terkritis

Pesawat terkritis didapat dari beban roda terbesar yang akan diterima oleh perkerasan pada tiap rodanya, dengan data pesawat udara sebagai sebagai berikut :

Tabel 1. Pesawat yang beroperasi

| N o | Tipe Pesawat | Annual Departure | MTOW (Kg) | Tipe Roda |
|-----|---------------------|------------------|-----------|------------|
| 1. | Boeing 737 – 900 ER | 2151 | 85.360 | Dual Wheel |
| 2. | A320 – 200 | 860 | 72.000 | Dual Wheel |
| 3. | CRJ | 780 | 40.824 | Dual |

| | | | | |
|----|--------------|------|--------|------------|
| | 1000 | | | Wheel |
| 4. | ATR 72 - 600 | 3341 | 22.800 | Dual Wheel |

2. Perhitungan *Wheel Load*

Setelah mengetahui MTOW pesawat maka dapat dilakukan beban tiap roda

- Boeing 737 – 900 ER

$$Wheel Load = 0,95 \times 85.360 \times \frac{1}{4} = 20.273 \text{ kg}$$

- A320 - 200

$$Wheel Load = 0,95 \times 72.000 \times \frac{1}{4} = 17.100 \text{ kg}$$

- CRJ 1000

$$Wheel Load = 0,95 \times 40.824 \times \frac{1}{4} = 9.695 \text{ kg}$$

- ATR 72 - 600

$$Wheel Load = 0,95 \times 22.800 \times \frac{1}{4} = 5.415 \text{ kg}$$

dengan perhitungan sebagai berikut :

3. Perhitungan *Equivalent Annual Departure*

Equivalent annual departure adalah keberangkatan tahunan pesawat yang beroperasi di bandara tersebut dan dikonversi kedalam roda pendaratan pesawat terkritis. Berikut adalah perhitungan *equivalent annual departure*:

$$\log R1 = \log R2 \times \left(\frac{w2}{w1}\right)^{0,5}$$

- Boeing 737 – 900 ER

$$\log R1 = \log 2151 \times \left(\frac{20.273}{20.273}\right)^{0,5} = 2137,9$$

- A320 – 200

$$\log R1 = \log 860 \times \left(\frac{17.100}{20.273}\right)^{0,5} = 489,7$$

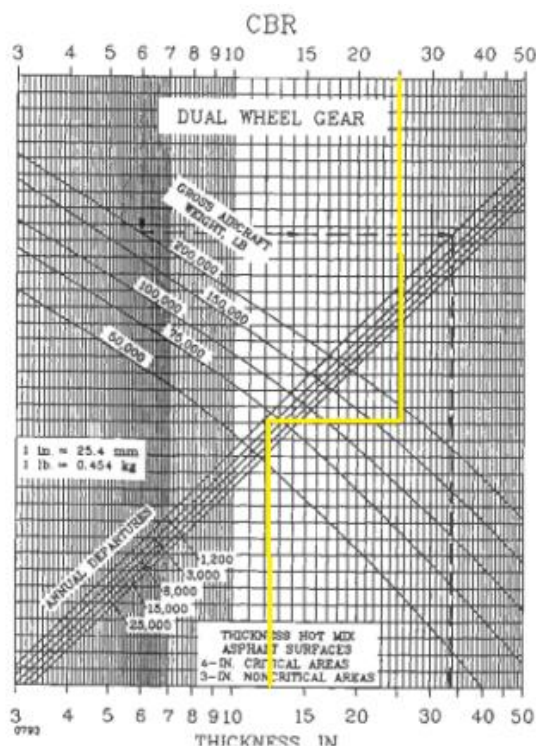
- CRJ 1000

$$\log R1 = \log 780 \times \left(\frac{9.695}{20.273}\right)^{0,5} = 97,72$$

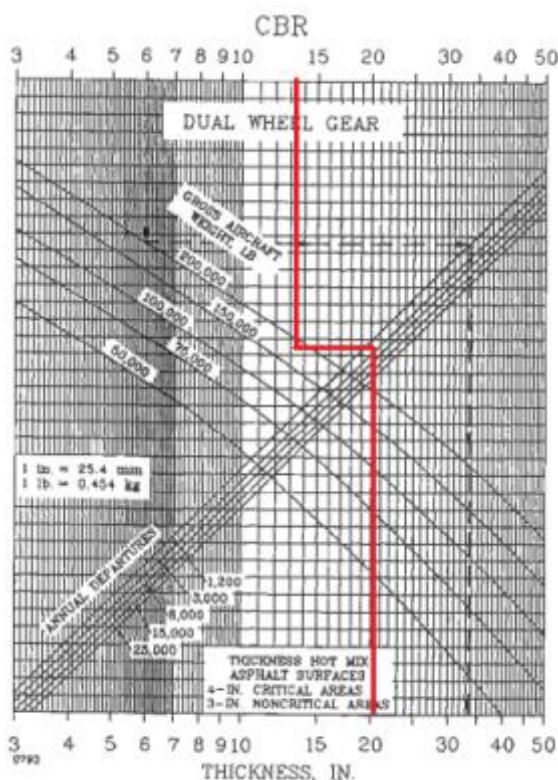
- ATR 72 – 600

$$\log R1 = \log 3341 \times \left(\frac{5.415}{20.273}\right)^{0,5} = 66,22$$

4. Plotting Grafik Tebal Perkerasan
Dalam plotting grafik tebal perkerasan sudah ditentukan pesawat terbesar yang menjadi acuan dalam perhitungan tebal perkerasan ini yang mana dalam penelitian ini pesawat terbesarnya itu Boeing 737 – 900 ER dengan konfigurasi *dual wheel*, sehingga nantinya dalam plotting grafik tebal perkerasan grafik yang digunakan adalah grafik untuk pesawat dengan konfigurasi *dual wheel*. Selain itu dalam memplotting ke grafik dimasukkan nilai subgrade 13,3% sesuai dengan data CBR di Bandar Udara Internasional Juwata Tarakan dan nilai subbase yang digunakan yaitu sebesar 25% sesuai dengan ketentuan minimal pada SE 7 Tahun 2014 Bab III tentang Konstruksi Perkerasan. PHasil plotting tebal perkerasan manual adalah seperti berikut :



Gambar 3. Grafik tebal *subbase* menggunakan CBR 25%
(Sumber : FAA)



Gambar 2. Grafik tebal perkerasandengan CBR 13,3%
(Sumber : FAA)

- a. Tebal Perkerasan total
Tebal perkerasan total (a) dilihat dari Gambar 2 dapat diketahui bahwa dengan kondisi CBR 13,3% dibutuhkan tebal perkerasan total yaitu **20,3 inchi \approx 51,56 cm.**
- b. Tebal lapisan di atas *subbase*
Dari plot grafik Gambar 3 didapat tebal *subbase* setebal **12,3 inchi \approx 31,2 cm**, yang mana angka ini berarti menunjukkan 38 ketebalan surface dan base course (c + d) yang berada diatas lapisan *subbase* yaitu **12,3 inchi \approx 31,2 cm.**
- c. Tebal *subbase*
Tebal *subbase* (b) dari hasil plotting diperoleh hasil tebal total (a) sebesar 20,3 inchi \approx 51 cm dan tebal base course + surface (c + d) = 12,3 inchi \approx 31,2 cm . Maka dengan demikian diperoleh tebal lapisan untuk *subbase* (b) = (a)

– (c + d) = 20,3 – 12,3 = **8 inchi** ≈ **20,32 cm**.

d. Tebal *surface*

Tebal *surface* (d) dalam grafik dari FAA diperoleh ketentuan bahwa untuk daerah kritis tebal lapisan perkerasan adalah 4 inchi ≈ 10,16 cm dan untuk daerah non kritis tebal perkerasannya adalah sebesar 3 inchi ≈ 7,5 cm. dikarenakan *paved shoulder runway* termasuk ke dalam kategori daerah kritis pada bandar udara maka sesuai dengan aturan yang ada untuk tebal *surface* diambil nilai sebesar **4 inchi** ≈ **10,16 cm**.

e. Tebal *base course*

Selanjutnya untuk menghitung tebal lapisan *basecourse* (c) dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut ini : $c + d = 12,3$ inchi $c + 4$ inchi = 12,3 inchi $c = 12,3$ inchi – 4 inchi = **8,3 inchi** ≈ **21,08 cm**.

Hasil perhitungan tebal perkerasan menggunakan manual grafik FAA adalah sebagai berikut :

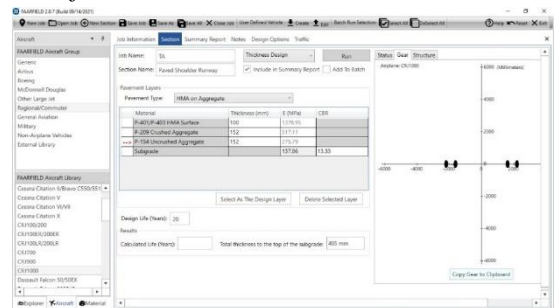
Tabel 1. Hasil perhitungan tebal perkerasan dengan manuak grafik FAA

| Lapisan | Tebal Perkerasan (Inchi) | Tebal Perkerasan (cm) |
|---|---------------------------|-----------------------|
| Permukaan (<i>Surface</i>) | 4 | 10,16 |
| Pondasi atas (<i>base course</i>) | 8,3 | 21,08 |
| Pondasi Bawah (<i>subbase course</i>) | 8 | 20,32 |
| Total | 20,3 | 51,56 |

Perhitungan Tebal *Paved Shoulder Runway* Menggunakan FAARFIELD 2.0.7

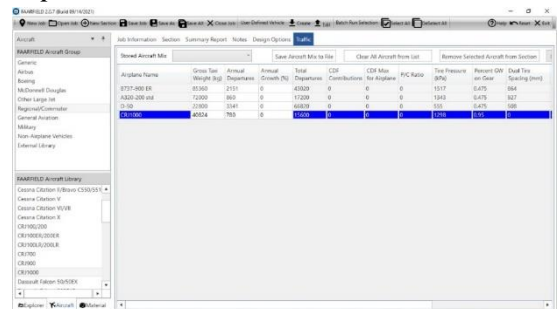
FAARFIELD ini merupakan sebuah 40 software yang dibuat oleh FAA yang digunakan untuk merancang struktur perkerasan fasilitas sisi udara pada bandar udara yang telah disesuaikan dengan peraturan – peraturan yang ditetapkan oleh FAA AC 150/5320 – 6G tentang (Desain Perkerasan dan Evaluasi Bandar Udara). Tahap – tahap perhitungan menggunakan *software* FAARFIELD adalah sebagai berikut:

1. Pada menu awal dipilih “*New Job*” dan tulis nama pekerjaan yang dilakukan.
2. Input tebal minimum lapisan perkerasan lentur yang telah diinput di *software* FAARFIELD.



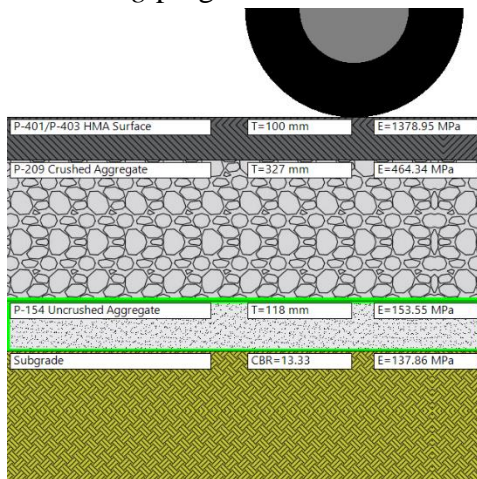
Gambar 4. Input tebal minimum perkerasan lentur

3. Input data *aircraft* yang beroperasi beserta MTOW dan *annual departure*.



Gambar 5. Input data *aircraft* yang beroperasi

4. *Running* program FAARFIELD



Gambar 6. Hasil *running* program FAARFIELD
(Sumber : FAARFIELD)

Hasil perhitungan tebal *paved shoulder runway* menggunakan *software* FAARFIELD adalah sebagai berikut:

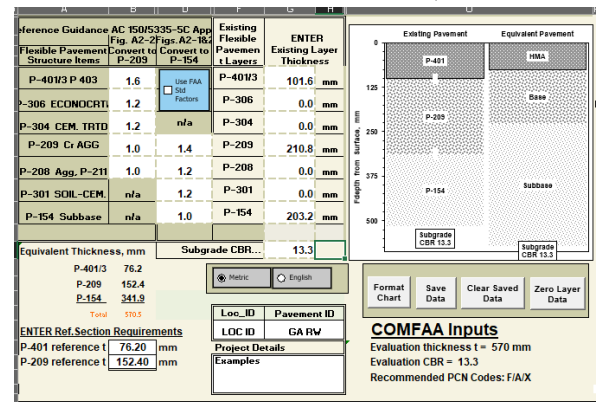
Tabel 2 Hasil perhitungan tebal perkerasan dengan FAARFIELD

| Lapisan Perkerasan | Tebal Lapisan Perkerasan (mm) | Tebal Lapisan Perkerasan (cm) |
|---|-------------------------------|-------------------------------|
| Permukaan (surfacecourse) Hot Mix Asphalt Pavement P401 | 100 | 10 |
| Pondasi Atas (Base Course) Chrused Agregate Base Course P-209 | 327 | 32,7 |
| Pondasi Bawah (Subbase Course) Subbase Course P-154 | 118 | 11,8 |
| Total | 545 | 54,5 |

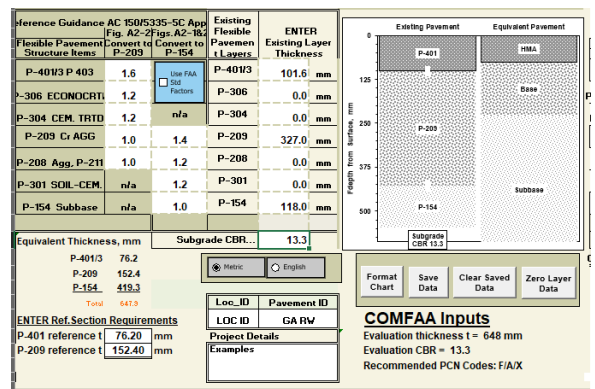
Validasi Nilai PCN Desain Perkerasan Menggunakan COMFAA

Dari hasil perhitungan tebal *paved shoulder runway* menggunakan manual grafik FAA dapat diketahui nilai PCN dengan menggunakan *software* COMFAA dengan langkah – langkah sebagai berikut:

1. Dimasukkan hasil perhitungan tebal perkerasan menggunakan metode grafik manual FAA ke dalam *spreadsheet* excel COMFAA (COMFAA-30-SUPPORT-AC5335-5C-8-18-17)



Gambar 7 FlexPCN sheet spreadsheet input – Manual FAA (Sumber : COMFAA)



Gambar 8. FlexPCN sheet spreadsheet input – FAARFIELD (Sumber : COMFAA)

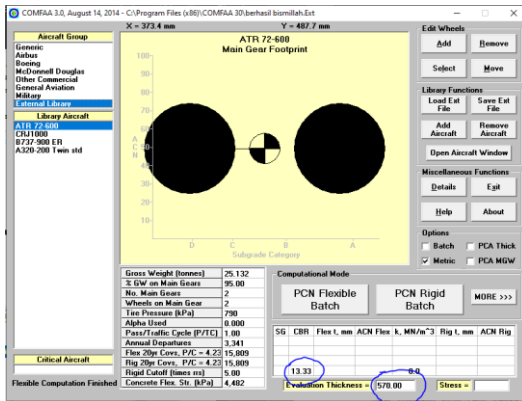
2. Dimasukkan data pesawat terbang yang beroperasi beserta data *annual departure, tyre pressure*, dan lain – lain seperti yang tertera dalam tabel pada *software* COMFAA.

Tabel 3. Input data *aircraft*

| No. | Aircraft Name | Gross Weight (lbs) | Percent GW on Gears | Tire Press. (kPa) | Annual Departures | No. of Tires on Gear | Number of Gears |
|-----|-------------------|--------------------|---------------------|-------------------|-------------------|----------------------|-----------------|
| 1 | ATR 72-600 | 25.132 | 95.00 | 790 | 3,341 | 2 | 2 |
| 2 | CRJ1000 | 45.000 | 95.00 | 965 | 1,200 | 2 | 2 |
| 3 | B737-900 ER | 94.033 | 94.59 | 1,517 | 780 | 2 | 2 |
| 4 | A320-200 Twin std | 79.366 | 93.80 | 1,380 | 860 | 2 | 2 |

Sumber : COMFAA

3. Dimasukkan nilai CBR tanah pada perencanaan perkerasan lentur



Gambar 9. Input data CBR dan *Evaluation Thickness* – Manual FAA (sumber : COMFAA)

Dapat dilihat pada gambar di atas diperoleh hasil perhitungan menggunakan *software* COMFAA dimana diperoleh nilai PCN tertinggi yaitu $66,5 \approx 66$. Untuk selanjutnya yaitu pemberian kode dengan perkerasan *flexible*, CBR kategori “C” dan perhitungan evaluasi yang berdasarkan dari hasil studi atau perhitungan teknis. Maka dapat diperoleh kode untuk PCN *paved shoulder runway* rencana yaitu 66 F/C/X/T.

| No. Aircraft Name | Critical Aircraft Total | Thickness | Maximum Allowable | ACN Thick at Allowable | PCN on A1(15) |
|----------------------|-------------------------|-----------|-------------------|------------------------|---------------|
| 1. ATR 72-600 | 5,000,000 | 437.1 | 49.536 | 344.40 | 0.0000 |
| 2. CRJ1000 | 35,000,000 | 410.8 | 48.878 | 362.21 | 0.0000 |
| 3. B737-900 ER | 4,497 | 510.6 | 139.017 | 432.41 | 0.0137 |
| 4. A320-200 Twin std | 434,938 | 571.5 | 97.039 | 494.46 | 0.0052 |
| Total CDF = | | | | | 0.0139 |

Gambar 12. Hasil Validasi nilai PCN – FAARFIELD

Dapat dilihat pada gambar di atas diperoleh hasil perhitungan menggunakan *software* COMFAA dimana diperoleh nilai PCN tertinggi yaitu $86,9 \approx 86$. Untuk selanjutnya yaitu pemberian kode dengan perkerasan *flexible*, CBR kategori “C” dan perhitungan evaluasi yang berdasarkan dari hasil studi atau perhitungan teknis. Maka dapat diperoleh kode untuk PCN *paved shoulder runway* rencana yaitu 86 F/C/X/T.

Gambar 10. Input data CBR dan *Evaluation Thickness* – FAARFIELD

4. *Running* program dengan diklik “PCN *Felxible Batch*” untuk mengetahui evaluasi perkerasan lentur.

Tabel 4. Keterkaitan ACN – PCN Perhitungan Grafik FAA

| No. Aircraft Name | Critical Aircraft Total | Thickness | Maximum Allowable | ACN Thick at Allowable | PCN on A1(15) |
|----------------------|-------------------------|-----------|-------------------|------------------------|---------------|
| 1. ATR 72-600 | 5,000,000 | 437.1 | 49.536 | 344.40 | 0.0000 |
| 2. CRJ1000 | 35,000,000 | 410.8 | 48.878 | 362.21 | 0.0000 |
| 3. B737-900 ER | 4,497 | 510.6 | 139.017 | 432.41 | 0.0137 |
| 4. A320-200 Twin std | 434,938 | 571.5 | 97.039 | 494.46 | 0.0052 |
| Total CDF = | | | | | 0.0139 |

| No | Jenis Pesawat | Nilai ACN | Nilai PCN | Keterangan |
|----|-------------------|-----------|-----------|------------|
| 1. | ATR 72-600 | 12,0 | 21,2 | Mampu |
| 2. | CRJ 1000 | 24,7 | 25,4 | Mampu |
| 3. | Boeing 737-900 ER | 53,8 | 66,5 | Mampu |
| 4. | A320 - 200 | 41,7 | 47,8 | Mampu |

Gambar 11. Hasil Validasi nilai PCN – Manual FAA

Sumber : COMFAA

Tabel 5 Keterkaitan ACN – PCN Perhitungan FAARFIELD

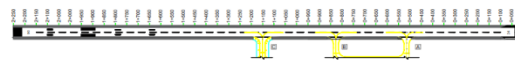
| No | Jenis Pesawat | Nilai ACN | Nilai PCN | Keterangan |
|----|-------------------|-----------|-----------|------------|
| 1. | ATR 72-600 | 12,0 | 28,8 | Mampu |
| 2. | CRJ 1000 | 24,7 | 28,2 | Mampu |
| 3. | Boeing 737-900 ER | 53,8 | 86,9 | Mampu |
| 4. | A320 - 200 | 41,7 | 53,1 | Mampu |

Sumber : COMFAA

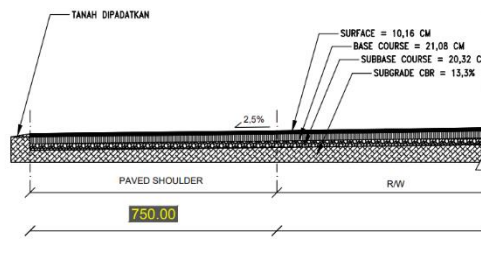
Desain Tampak Atas, Potongan A – A , dan Potongan B – B

Berdasarkan regulasi yang ada *paved shoulder* memiliki dimensi masing – masing setiap sisinya yaitu untuk bandar udara dengan kategori D yaitu selebar 7,5. Dalam kasus penelitian ini Bandar Udara Internasional Juwata Tarakan masih berada pada kategori bandar udara kategori C, yang mana dalam regulasi yang berlaku saat ini yaitu KP 326 Tahun 2019 Bandar Udara Internasional Juwata Tarakan tidak masuk kategori bandar udara yang terdapat *paved shoulder* masing – masing sisi kanan kirinya.

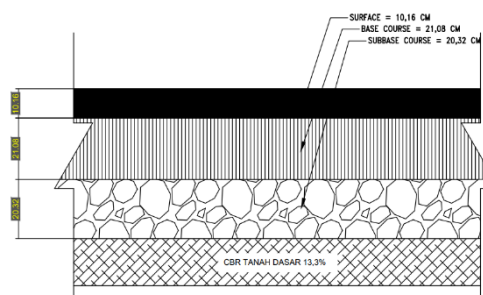
Namun, jika dilihat dalam peraturan yang ada, bandar udara kategori C dan D memiliki lebar *runway* yang sama yaitu 45 m. Dengan melihat beberapa hal di atas, untuk Bandar Udara Internasional Juwata Tarakan dapat dibangun *paved shoulder* pada masing – masing sisinya dengan lebar 7,5 m sesuai dengan regulasi terbaru, dengan asumsi mengikuti aturan pada regulasi yang terbaru dengan menggunakan kategori terendah yaitu kategori D yang mana lebar *runway* pada kategori D sama dengan lebar *runway* pada kategori C. Berikut adalah gambar desain rencana *paved shoulder runway* Bandara Internasional Juwata Tarakan :



Gambar 13. Tampak Atas *Paved Shoulder Runway* (Sumber : Hasil Perencanaan)



Gambar 14. Gambar Potongan A – A (Sumber : Hasil Perencanaan)



Gambar 15. Gambar Potongan B – B (Sumber : Hasil Perencanaan)

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang dilakukan dalam penelitian ini didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Dalam merencanakan desain tebal perkerasan *paved shoulder runway* pada Bandar Udara Internasional Juwata Tarakan berdasarkan pesawat terbesarnya, dilakukan perhitungan dengan metode manual grafik FAA didapatkan tebal total perkerasan sebesar 20, 3 inchi \approx 51.5 cm dengan nilai PCN sebesar 66 F/C/X/T. Untuk tebal perkerasan tiap lapisannya didapatkan tebal *surface* 10,16 cm ; tebal *base course* 21,08 ; dan tebal *subbase course* 20,32 cm.

2. Berdasarkan perhitungan menggunakan *software* FAARFIELD 2.0.7 didapatkan tebal perkerasan *paved shoulder runway* pada Bandar Udara Internasional Juwata Tarakan sebesar 21,4 inchi \approx 54,5 cm dengan nilai PCN sebesar 86 F/C/X/T. Untuk tebal perkerasan tiap lapisannya didapatkan tebal *surface* 10 cm ; tebal *base course* 32,7 cm ; dan tebal *subbase course* 11,8 cm.
3. Untuk menentukan dimensi *paved shoulder runway* pada Bandar Udara Internasional Juwata Tarakan di lakukan berbagai pertimbangan dengan melihat regulasi yang berlaku baik regulasi baru maupun regulasi lama yang masih relevan, dimana didapatkan untuk lebar *paved shoulder runway* Bandar Udara Internasional Juwata Tarakan memiliki lebar 7,5 meter pada tiap sisinya sehingga total lebar *runway* rencana adalah 60 meter.

Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah disebutkan pada subbab di atas, terdapat beberapa saran sebagai berikut :

1. Dalam menentukan tebal perkerasan untuk *paved shoulder runway* di Bandar Udara Internasional Juwata Tarakan didapatkan dua hasil yang berbeda antara metode grafik manual FAA dengan *software* FAARFIELD 2.0.7, yang mana hasil tersebut memiliki tingkatan PCN yang berbeda-beda pula. Guna untuk keperluan publikasi pada data bandara seperti pada AIP hendaknya digunakanlah nilai PCN hasil terendah dari 2 metode tersebut yaitu nilai PCN 67/F/C/X/T untuk keperluan keselamatan penerbangan.
2. Untuk kebutuhan penelitian berikutnya maupun perencanaan perkerasan berikutnya diharapkan agar dilakukan kembali pengambilan data CBR

lapangan terbaru yang mana dalam penelitian ini masih menggunakan data CBR yang terdahulu.

3. Untuk peneliti berikutnya diharapkan dapat menambahkan perencanaan untuk rancangan anggaran biaya (RAB) dari perencanaan *paved shoulder runway* di Bandar Udara Internasional Juwata Tarakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abrori, Muhammad Irsyad dkk. (2020). Perencanaan Perpanjangan Landasan Pacu Untu Optimalisasi Pesawat Tipe B 737-800 Di Bandar Udara Internasional Supadio Pontianak. Surabaya : Politeknik Penerbangan Surabaya
- [2] Charles, Brian. (2016). Analisis Perencanaan Struktur Perkerasan Runway, Taxiway, Dan Apron Bandara Sultan Syarif Kasim Ii Menggunakan Metode FAA. Riau : Universitas Riau
- [3] Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, Surat Keputusan Direktorat Jenderal Perhubungan Udara nomor : SKEP/77/VI/2005, tentang Persyaratan Teknis Pengoperasian Fasilitas Teknik Bandara.
- [4] Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. (2015), KP 93 Tahun 2015 tentang Pedoman Teknis Operasional Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139-24 (Advisory Circular CASR Part 139-24). Jakarta : Kementrian Perhubungan
- [5] Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. (2019), KP 326 Tahun 2019 tentang Standar Teknis dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139 (Manual Of Standard CASR – Part 1) Volume 1 Bandar Udara (Aerodrome). Jakarta: Kementrian Perhubungan.

- [6] Direktorat Jendral Perhubungan Udara. (2005). Surat Keputusan Nomor 003/I Tentang Pedoman Teknis Perancangan Rinci Konstruksi Landas Pacu (Runway), Landas Hubung (Taxiway), dan Landas Parkir (Apron) pada Bandar Udara di Indonesia. Jakarta: Kementrian Perhubungan. Management System Bandar Udara Juwata Tarakan Tahun 2020
- [7] International Civil Aviation Organization, Annex 14, Aerodrome Design Manual Part 1 Runways, Fourth Edition, 2005
- [8] Kurniawan. (2018). *Studi Desain Perencanaan Perkerasan Sisi Udara Bandar Udara Tunggul Wulung Cilacap*. Jakarta : Jurnal Teknik Sipil Institut Sains dan Teknologi Al-Kamal.
- [9] Mantouw, Sintia Evelin. Lintong Mieke Elisabeth. Freddy Jansen. (2018). *Perencanaan Pengembangan Bandar Udara Betoambari Di Kota Baubau Provinsi Sulawesi Tenggara*. Manado : Univesitas Sam Ratulangi.
- [10] Presiden RI. (2009). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan. Jakarta: DPR RI dan Presiden RI.
- [11] Rini, Fitri Diah Kusuma. Herianto. Hendra. (2020). *Analisis Ulang Runway Bandar Udara Wiriadinata Menggunakan Metode FAA*. Tasikmalaya : Universitas Siliwangi.
- [12] Unit Penyelenggara Bandar Udara. (2022). Aeronautical Information Publication (AIP) Unit Penyelenggara Bandar Udara Internasional Juwata – Tarakan.
- [13] Unit Penyelenggara Bandar Udara. (2020). Data Lalu Lintas Angkutan Udara Bandar Udara Internasional Juwata, Tarakan.
- [14] Unit Penyelenggara Bandar Udara. (2020). Dokumen Pavement