

---

## Analysis Surface Structure Improvement of Runway Threshold 07-25 Using FAARFIELD

Ir. Aco Wahyudi Efendi, ST., MT<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Sipil, Teknik, Universitas Tridharma, Balikpapan, Kalimantan Timur.

Email: [aw.efendi2018@gmail.com](mailto:aw.efendi2018@gmail.com)

---

### ARTICLE INFO

---

Article history:

Received 30 Agustus 2021

Received in revised form 2 September 2021

Accepted 10 September 2021

Available online 22 September 2021

to the pavement surface often results from significant heat temperatures from the aircraft when taking off. Visual observations show that there are problems with the Threshold 07 and Threshold 25 pavement surfaces, the damage that occurs is the change in the surface shape of some segments, where the surface deformation elevations are up to 40 mm. Test results from Coredrill samples show that there are internal problems in the asphalt mixture, namely high asphalt content and low density value. By looking at the conditions above, there are problems caused by external and internal factors of the existing pavement, especially the surface conditions namely Threshold which is a location where the load is in MTOW conditions and the aircraft is moving slowly as well as high temperatures (environment and pavement)

**Keywords:** Surface Structure, damage, Pavement, Deformation

### ABSTRACT

Runway or runway is an area used by aircraft to take off. The length of the runway depends on the size of the aircraft served. Runway has a pavement structure that can withstand the weight of an aircraft when it wants to fly. This study discusses the damage to the surface structure of the Threshold 07 and Threshold 25 runways at the Sultan Aji Muhammad Sulaiman (SAMS) runway in Sepinggan Balikpapan. Damage

---

*Received Agustus 30, 2021; Revised September 2, 2021; Accepted September 22, 2021*

Landasan pacu atau runway adalah area yang digunakan pesawat untuk lepas landas. Panjang runway tergantung pada ukuran pesawat yang dilayani. Landasan pacu memiliki struktur perkerasan yang dapat menopang berat pesawat yang akan lepas landas. Penelitian ini membahas tentang kerusakan struktural pada permukaan runway Threshold 07 dan Threshold 25 pada runway Sultan Aji Muhammad Sulaiman (SAMS) di Sepinggan-Balikpapan. Kerusakan pada lapisan permukaan sering disebabkan oleh pemanasan yang signifikan dari pesawat saat lepas landas. Pengamatan visual menunjukkan adanya masalah pada permukaan pada threshold 07 dan threshold 25. Kerusakan yang dihasilkan berupa perubahan bentuk permukaan beberapa segmen dimana peningkatan regangan permukaan mencapai 40 mm. Hasil pengujian pada sampel Coredrill menunjukkan bahwa campuran aspal memiliki masalah internal yaitu kadar aspal yang tinggi dan nilai densitas yang rendah. Melihat kondisi di atas, terlihat bahwa faktor eksternal dan internal perkerasan eksisting terutama beban pada kondisi runway disebabkan oleh kondisi permukaan jalan yang disebut threshold, yaitu titik dimana pesawat bergerak lambat dengan temperatur tinggi (lingkungan dan trotoar).

**Kata Kunci:** Struktur Permukaan, kerusakan, Perkerasan, Deformasi.

## 1. PENDAHULUAN

Runway atau landasan pacu adalah area yang digunakan pesawat terbang untuk melakukan lepas landas. Panjangnya landasan pacu tergantung pada besarnya pesawat yang dilayani. Runway memiliki struktur perkerasan yang dapat menahan beban pesawat terbang ketika hendak terbang.

Pada penelitian kali ini membahas mengenai kerusakan struktur permukaan dari runway Threshold 07 maupun Threshold 25 pada runway bandara internasional Sultan Aji Muhammad Sulaiman (SAMS) Sepinggan Balikpapan. Bandar Udara Internasional Sultan Aji Muhammad Sulaiman Sepinggan, dikenal juga dengan Bandar Udara Sepinggan, adalah bandar udara yang melayani penerbangan untuk Kota Balikpapan, Kalimantan Timur dan diproyeksikan menjadi gerbang utama menuju ibu kota negara yang baru. Pada tanggal 25 Mei 2017, Bandar Udara Internasional Sultan Aji Muhammad Sulaiman Sepinggan berhenti beroperasi karena landasan pacu amblas dan retak.

Kerusakan pada permukaan perkerasan sering kali terjadi akibat dari suhu panas yang signifikan dari pesawat ketika hendak take off. Hasil pengamatan visual menunjukkan adanya permasalahan permukaan perkerasan Threshold 07 maupun Threshold 25, kerusakan yang terjadi adalah perubahan bentuk permukaan pada beberapa segmen, dimana elevasi deformasi permukaan hingga 40 mm

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Heading Level Kedua

Heading pada level kedua dituliskan dengan boldface italics dengan menggunakan huruf besar dan huruf kecil. Heading dituliskan rata kiri.

#### 2.1.1. Heading Level Ketiga

Heading pada level ketiga mengikut style dari heading level kedua. Hindari penggunaan heading lebih dari tiga level.

#### 2.1.2. Penulisan Referensi

Cara penulisan referensi dapat dilihat pada bagian Daftar Pustaka. Tipe referensi yang diizinkan terdiri dari buku, jurnal, prosiding, dan laporan penelitian dalam rentang waktu 5 (lima) tahun terakhir kecuali buku rentang waktu 10 (Sepuluh) tahun terakhir

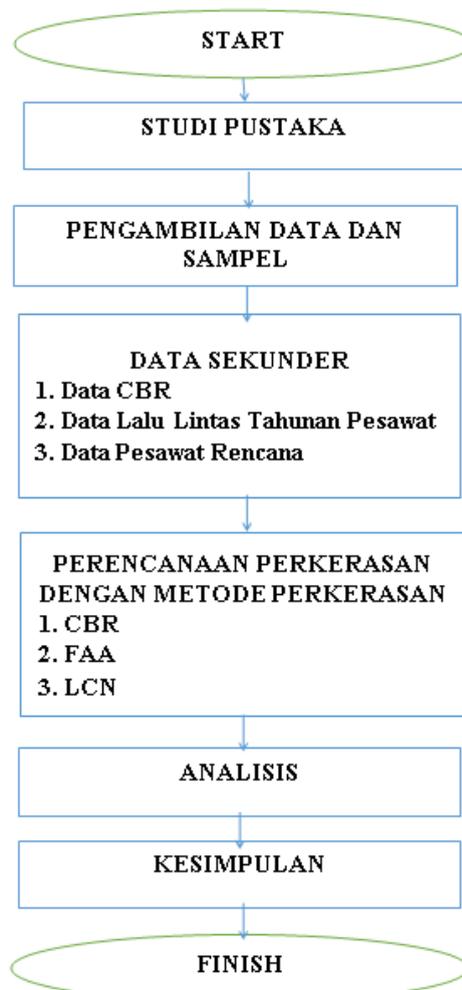
Penulisan rujukan dilakukan dengan menuliskan nomor referensi dalam kurung [1,2]. Penulisan referensi diawal kalimat juga sama. Jurnal ini sangat menyarankan untuk memakai aplikasi bantu referensi seperti Mendeley atau EndNote. Mendeley lebih disukai karena tidak memerlukan biaya tambahan untuk lisensi aplikasi.

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

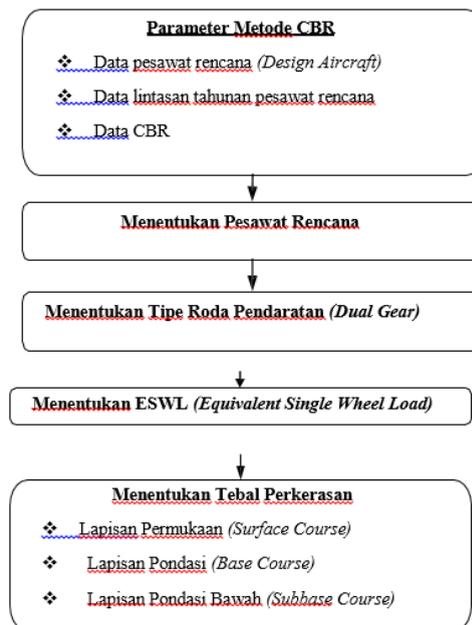
Kondisi sebagian besar runway di bandara-bandara seluruh dunia hampir dalam kondisi baik. Tetapi tidak dalam kurun waktu lebih dari 10 tahun selama masa layannya yang berarti sebelum kurun waktu 10 tahun maka diperlukan rehabilitasi pada perkerasan runway. Salah satunya dengan menambahkan zat additive sebagai bahan perkuatan pada perkerasan pada saat overlay dilakukan. Zat additive tersebut selain dapat meningkatkan durabilitas atau ketahanan juga dapat memaksimalkan usia layan (service life) selama waktu operasionalnya dan menekan frekuensi pemeliharaan. Untuk mengoptimalkan efektifitas biaya dari modifikasi bitumen maka juga diperlukan agregat dengan kualitas yang baik agar lebih kuat terhadap akibat kelelahan dan deformasi.

Dalam ilmu mekanika, terdapat hubungan yang sangat pokok antara tegangan (stress) dan regangan (strain) pada saat beban bekerja pada suatu material bangunan. Kegagalan /kelelahan suatu konstruksi dapat didefinisikan sebagai saat dimana suatu benda mulai retak ketika benda tersebut diberikan beban atau diberikan tekanan secara fluktuatif karena beban yang bekerja lebih besar dari kemampuannya untuk menahan beban dengan berat tertentu. Sedangkan besarnya regangan (strain) tergantung pada keseluruhan kekakuan dan sifat asli dari konstruksi perkerasan itu sendiri.

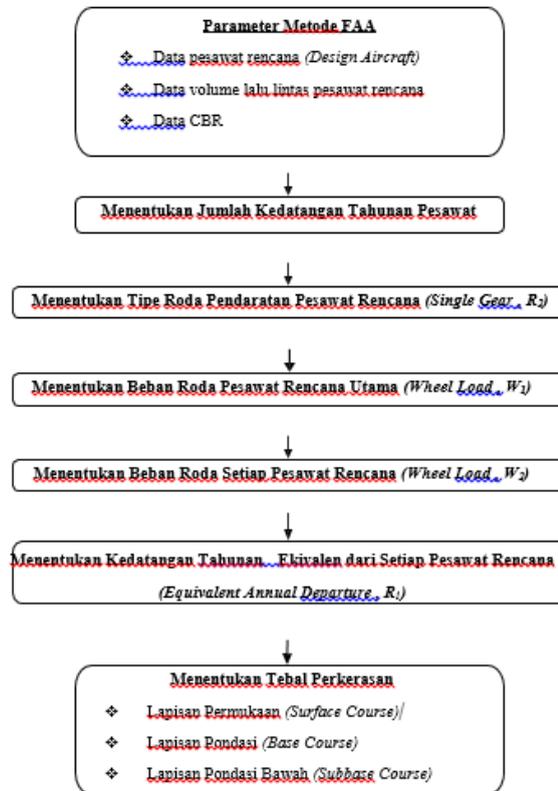
Pada pelaksanaan penelitian kali ini, penulis melakukan beberapa pengujian dan pengambilan sample dalam menganalisa kerusakan struktur permukaan dari landas pacu tersebut. Metodologi mengenai tahapan yang dilalui serta langkah-langkah yang dilakukan dalam proses penyelesaian penulisan ini, dapat dilihat pada diagram alir (flowchart) dibawah ini:.



Gambar 1. Flowchart Penulisan lowchart Penulisan



Gambar 2. Flowchart Metode CBR (US Corporation Of Engineers Method).  
Sumber : Basuki, (1986).



Gambar 3. Flowchart Metode FAA (Federal Aviation Administration)  
Sumber : Basuki, (1986).

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji ekstraksi aspal mutlak dilakukan. Kadar aspal mempengaruhi durabilitas atau keawetan aspal tersebut. Durabilitas aspal dipengaruhi oleh tebalnya film atau selimut aspal, banyaknya pori dalam campuran aspal, kepadatan aspal dan kedap airnya campuran [1]

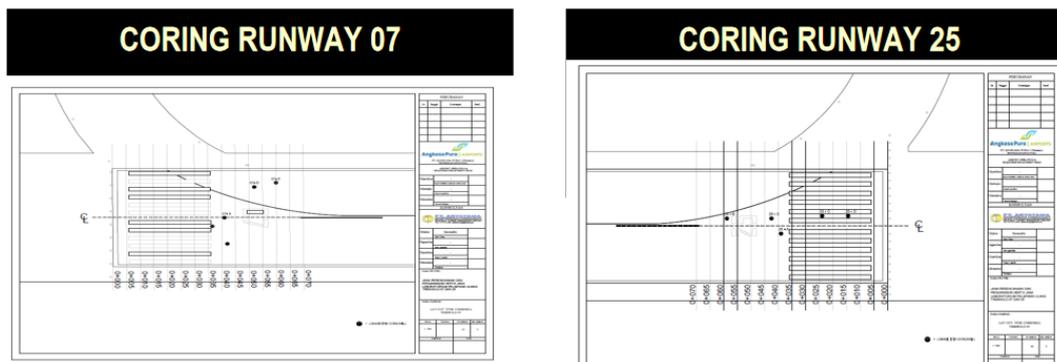
Dimana toleransi kadar aspal yang disyaratkan kepada Spesifikasi Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Tahun 2010 revisi 2 (dua) adalah  $\pm 0,3\%$  dari berat total campuran. Penelitian Perbedaan Kadar Aspal Optimum Antara JMF Dan Hasil Ekstraksi Pada Benda Uji Perkerasan Hot Mix [2]

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui persentase kehilangan kadar aspal di lapangan, karakteristik campuran aspal, dan faktor-faktor kehilangan kadar aspal. Kadar Aspal Optimum JMF jenis perkerasan AC-L Merakindo dan Tripalindo besarnya 5,6%. Hasil pengujian ekstraksi Core Drill lapangan sama sebesar 5,6%. Ekstraksi sample sesuai Core Drill lapangan sebesar 5,8% untuk Merakindo dan 5,7% untuk Tripalindo. Penelitian Evaluasi Karakteristik Campuran AC-WC. [1]

Dalam penelitian ini dilakukan suatu kegiatan studi kendali mutu dari salah satu jenis perkerasan jalan yaitu lapis tambahan perkerasan lentur (Flexible Pavement) dengan dilakukan kegiatan Coring dengan menggunakan alat Core Drill. Lapisan perkerasan yang akan diperiksa yaitu lapisan Laston AC-WC diatas perkerasan lentur jalan lama. Dalam pelaksanaannya akan diperiksa nilai ketebalan, kepadatan, kadar aspal dan gradasi agregat. Untuk pengujian Kadar Aspal dilakukan dengan menggunakan alat Soklet berdasarkan SNI 03-3640-1994. Hasil pemeriksaan tersebut dibandingkan dengan spesifikasi yang direncanakan. [6]



Gambar 4. Sampel Lapisan Permukaan Runway



Gambar 5. Titik Pengambilan Sampel Permukaan Runway

Bila melihat hasil analisa saringan, untuk ukuran agregat maksimum  $\frac{3}{4}$ "<sup>2</sup>, maka kadar aspal yang dipersyaratkan dalam SE 7 Tahun 2014 yaitu sebesar 5,5-7 %. Dilihat dari hasil kadar aspal, untuk posisi TH 07, titik 1 memiliki kadar aspal <5,5% dan untuk Titik 1 pada TH 25 memiliki kadar aspal >7%.

Tabel 1. Hasil kadar aspal dari uji ekstraksi aspal

| Lokasi        | Kadar Aspal (%) | Syarat |
|---------------|-----------------|--------|
| Titik 1 TH 07 | 3,97            | 5,5 -7 |
| Titik 2 TH 07 | 6,03            |        |
| Titik 1 TH 25 | 9,01            |        |
| Titik 2 TH 25 | 7,28            |        |

Sumber : Hasil Lab. UPTD Wil Tengah PU Prov kaltim

Pada lokasi TH 07, 2 dari 7 sampel yang memiliki nilai % kepadatan diatas 98%, ada permasalahan terhadap kualitas material campuran yang berdampak pada menurunnya stabilitas campuran.

**Tabel 2.** Hasil kepadatan sampel aspal

| Lokasi | Kepadatan (%) | Syarat Min. | Lokasi | Kepadatan (%) | Syarat Min. |
|--------|---------------|-------------|--------|---------------|-------------|
| 07 A   | 103,42        | 98%         | 25 A-1 | 100,08        | 98%         |
| 07 B   | 97,07         |             | 25 A-2 | 100,23        |             |
| 07 C   | 97,04         |             | 25 A-3 | 100,80        |             |
| 07 D-1 | 96,3          |             | 25 B-1 | 107,38        |             |
| 07 D-2 | 96,85         |             | 25 B-2 | 100,32        |             |
| 07 E-1 | 104,05        |             | 25 B-3 | 106,68        |             |
| 07 E-2 | 89,09         |             | 25 C-1 | 102,18        |             |
|        |               |             | 25 C-2 | 102,38        |             |
|        |               |             | 25 C-3 | 106,44        |             |
|        |               |             | 25 D-1 | 106,8         |             |
|        |               |             | 25 D-2 | 105,81        |             |
|        |               |             | 25 E-1 | 100,83        |             |
|        |               |             | 25 E-2 | 102,49        |             |

*Sumber : Hasil Lab. UPTD Wil Tengah PU Prov kaltim*

Nilai CBR Tanah Dasar cukup bervariasi, nilai CBR tersebut akan dimasukkan ke dalam analisis dengan 2 alternatif yaitu :

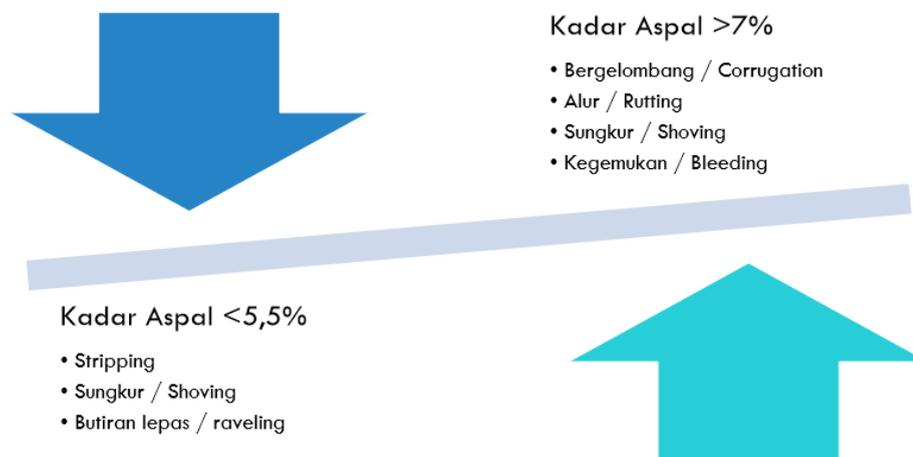
- Nilai hasil pengujian CBR terkecil (diambil kondisi kritis)
- Nilai CBR dari gambar/data PT. Angkasa Pura I

**Tabel 3.** Hasil uji daya dukung tanah dasar

| Lokasi      | CBR Tanah (%)   |                |       |                |
|-------------|-----------------|----------------|-------|----------------|
|             | 2,5 mm          |                | 5 mm  |                |
| TH 25 (I)   | 10,3            | Max = 15,4     | 10    | Max = 15,3     |
| TH 25 (II)  | 6,7             | Min = 6,7      | 6,9   | Min = 6,9      |
| TH 25 (III) | 7,5             | Rerata = 10,66 | 7,4   | Rerata = 10,56 |
| TH 25 (IV)  | 15,4            |                | 15,3  |                |
| TH 25 (V)   | 13,4            |                | 13,2  |                |
|             |                 |                |       |                |
| Lokasi      | CBR Agregat (%) |                |       |                |
|             | 2,5 mm          |                | 5 mm  |                |
| TH 25 (I)   | 35,87           | Max = 60,87    | 42,76 | Max = 65,94    |
| TH 25 (II)  | 46,74           | Min = 35,87    | 51,16 | Min = 42,76    |
| TH 25 (III) | 60,87           | Rerata = 47,82 | 65,94 | Rerata = 53,28 |
|             |                 |                |       |                |

Sumber : Hasil Lab. UPTD Wil Tengah PU Prov kaltim

Indikasi kerusakan terlihat dari hasil pengujian dari sampel coredrill menunjukkan adanya permasalahan internal pada campuran aspal yaitu kadar aspal yang tinggi serta nilai kepadatan yang rendah.

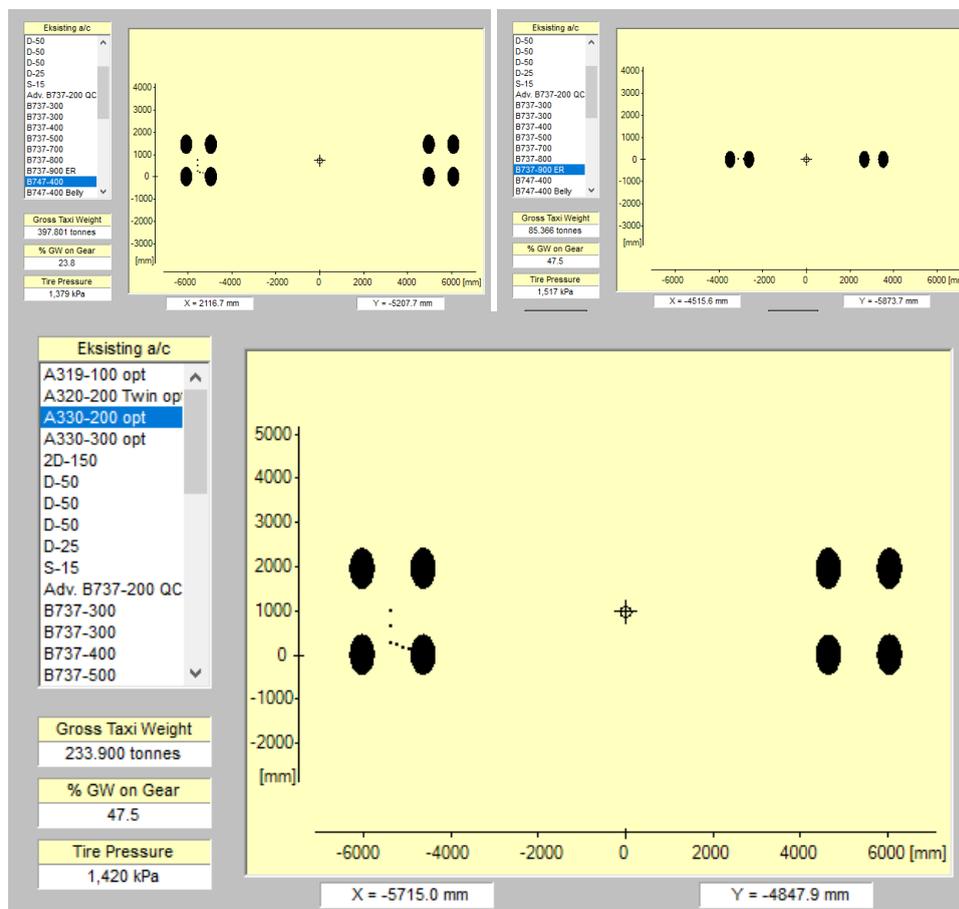


**Gambar 6.** Indikasi pola kerusakan yang terjadi

## Metode FAA (Federal Aviation Administration)

1. Menentukan Pesawat Rencana , dalam perencanaan ini dipilih pesawat B 737-900ER sebagai pesawat tahunan rencana dimana mempunyai jumlah lintasan tahunan yang paling banyak.
2. Menentukan Dual Gear Departure (R2), setiap tipe pesawat mempunyai beragam bentuk roda pendaratan. Tetapi semuanya itu sudah dikelompokkan sesuai dengan pembahasan yang lalu. Pengelompokan ini berguna untuk keseragaman semua tipe roda pendaratan utama sehingga didapat total keseluruhan beban yang dialami perkerasan.

Pendaratan (*landing*) maupun lepas landas (*take off*) pesawat sangat bertumpu pada roda pendaratan belakang sehingga roda belakang benar-benar direncanakan harus mampu mendukung seluruh beban pesawat saat beroperasi[3][4]



**Gambar 7.** Karakteristik Pesawat

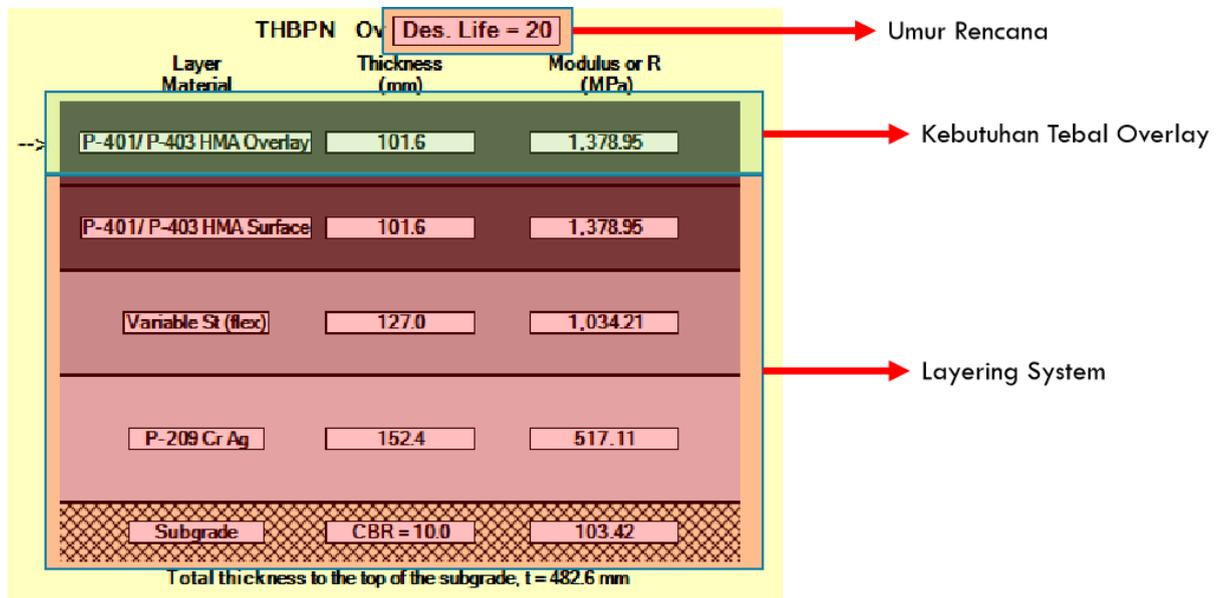
Karena keterbatasan jumlah input pesawat dalam program FAARFIELD yaitu sebanyak 40 pesawat, maka pesawat dengan nilai CDF dan jumlah trafik terkecil akan diabaikan/dihilangkan.

**Tabel 3.** Hasil perhitungan nilai CFD

| Model                            | Jumlah | Berat   | CFD    | Model                             | Jumlah | Berat                    | CFD   |
|----------------------------------|--------|---------|--------|-----------------------------------|--------|--------------------------|-------|
| Airbus A319-100                  | 42     | 68.4    | 7.52   | Bombardier BD-700-1A10            | 3      | 45,132 t                 | 0.09  |
| Airbus A320-200                  | 3596   | 78.4    | 1812   | Bombardier CL605 Challenger       | 4      | D-50, 21,863 t           | 0     |
| Airbus A330-200                  | 136    | 233.9   | 857.36 | Bombardier CRJ-1000 ER            | 2187   | D-100, 41,46 t           | 32.97 |
| Airbus A330-300                  | 33     | 233.9   | 213.44 | Bombardier Learjet 45             | 5      | D-20, 9,752 t            | 0     |
| Antonov An-12BP                  | 4      | 61      | 0.02   | British Aerospace BAe 146-100     | 1      | D-75, 38,101 t           | 0.01  |
| ATR 42-300                       | 183    | 16.7    | 0      | CASA CN-235M-220                  | 15     | konversi ke ATR42        | 0     |
| ATR 42-500                       | 990    | 18.6    | 0      | Cessna 172 Skyhawk                | 61     | Skyhawk 172              | 0     |
| ATR 72-600                       | 3489   | 23      | 0      | Cessna 208B Grand Caravan         | 14     | GmCaravan CE 208B        | 0     |
| Beech 400A                       | 5      | 7.394   | 0      | Cessna 402B                       | 53     | single wheel 10, 3,107 t | 0     |
| Beechcraft B200GT Super King Air | 9      | 12.5    | 0      | DASSAULT AVIATION FALCON 900EX    | 1      |                          | 0     |
| Beechcraft B300 King Air 350i    | 6      | 6.894   | 0      | DHC-6-300                         | 1189   | S-12,5, 5,67 t           | 0     |
| Beechcraft Beechjet              | 9      | 7.303   | 0      | EMBRAER EMBRAER-EMB145            | 3      | ERJ 145                  | 0     |
| Boeing 737-200                   | 13     | 58.332  | 1.13   | EMBRAER SA EMB-550                | 1      | D-40, 21,863 t           | 0     |
| Boeing 737-300                   | 1550   | 63.503  | 270.18 | Fokker F28-4000 Fellowship        | 7      |                          | 0.01  |
| Boeing 737-300 (QC)              | 130    | 63.503  | 22.6   | GULFSTREAM AEROSPACE GV-SP (G550) | 6      | G-V                      | 0.44  |
| Boeing 737-400                   | 4      | 68.266  | 1.16   | Gulfstream G550                   | 6      | G-V                      | 0.44  |
| Boeing 737-500                   | 1093   | 60.781  | 134.11 | Hawker 900XP                      | 13     | D-25, 12,701 t           | 0     |
| Boeing 737-700                   | 6      | 70.307  | 1.58   | Hawker Beechcraft 125-900XP       | 7      | D-25, 12,701 t           | 0     |
| Boeing 737-800                   | 7808   | 79.243  | 5072   | IAI 1124 Westwind                 | 5      | S-20, 10,66 t            | 0     |
| Boeing 737-900 ER                | 8809   | 85.366  | 10467  | Lockheed C-130H Hercules          | 20     | C-130                    | 0.06  |
| Boeing 747-400                   | 26     | 397.801 | 90.7   |                                   |        |                          |       |

Sumber : PT. Angkasa Pura I

Dari data di atas dilakukan analisis menggunakan program FAARFIELD, dan didapat hasil dari kebutuhan tebal perkerasan untuk melakukan overlay.

**Gambar 8.** Hasil output FAARFIELD

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Hasil pengamatan visual menunjukkan adanya permasalahan permukaan perkerasan Threshold 07 maupun Threshold 25, kerusakan yang terjadi adalah Perubahan bentuk permukaan pada beberapa segmen, dimana elevasi deformasi permukaan hingga 40mm
2. Hasil pengujian dari sampel coredrill menunjukkan adanya permasalahan internal pada campuran aspal yaitu kadar aspal yang tinggi serta nilai kepadatan yang rendah.
3. Secara struktural, dengan jenis dan ketebalan eksisting, perkerasan masih cukup untuk menampung lalu lintas pesawat sampai dengan umur rencana. Hal ini dilihat dari nilai CDF <1
4. Dengan melihat kondisi tersebut diatas, ada permasalahan yang diakibatkan faktor eksternal dan internal dari perkerasan eksisting, terutama kondisi permukaan yaitu Threshold yang merupakan lokasi dimana beban pada kondisi MTOW dan pesawat bergerak lambat serta suhu yang tinggi (lingkungan maupun perkerasan).
5. Penanganan yang dilakukan yaitu dengan cara overlay untuk menurunkan tegangan akibat beban pesawat dengan terlebih dahulu memperbaiki kondisi permukaan.
6. Permasalahan suhu yang tinggi serta windows time pekerjaan overlay yang relatif singkat, maka diperlukan perbaikan dengan meningkatkan kualitas aspal menggunakan bahan tambah/modifikasi.

## Daftar Pustaka

- [1] ., S. W. d. A. P. Lusi Dwi Putri, "Kajian Kadar Aspal Hasil Ekstraksi Penghamparan Dan Mix Design Pada Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) Gradasi Halus," in *Annual Civil Engineering Seminar 2015*, Pekanbaru, 2015.
- [2] A. R. Andrie, Difference Of Optimum Asphalt Content Obtained From Jmf And Result Of Extraction From Hot Mix Pavement Sample, Surabaya: ITS Undergraduate theses, Civil Engineering , RSS 625.85 And p 2009, 2010.
- [3] A. 14, Aerodrome Design Manual, Part 1:Runways, Montreal, Canada.: International Civil Aviation Organization, 1999.
- [4] Anonim., "737 Airplane of Characteristics for Airport Planning," Boeing Comercial Airplanes, USA, 2005.
- [5] H. Basuki, "Merancang, Merencana Lapangan Terbang,," Alumni, Bandung, 1986.
- [6] D. Perhubungan, "Penelitian Daya Daya Dukung Landasan Fasilitas Sisi Udara Proyek Bandar Udara Syamsudin Noor," Dinas Perhubungan Proyek Pengembangan Bandar Udara Syamsudin Noor, Banjarmasin, 2006..
- [7] R. d. M. X. Horonjeff, Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara, Jakarta: Erlangga, 1993.
- [8] C. A. S. Authority, Manual of Standards Part 139— Aerodromes Chapter 2: Application of Standards to Aerodromes, Australian: Australian Government, 2018.