

**ANALISIS PERBANDINGAN TEBAL PERKERASAN LENTUR
PADA LANDASAN PACU BANDARA MENGGUNAKAN
METODE FAA DAN METODE *US ARMY CORPS ENGINEERS*
*DESIGN***

**STUDI KASUS : BANDARA ABDULRACHMAN SALEH,
KABUPATEN MALANG**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar Sarjana**



**ABRAHAM FRIESHEKA APONNO
20041000061**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERDEKA MALANG
2023**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Abraham Friesheka Aponno

NIM : 20041000061

Tanda Tangan :



Tanggal : 19 Mei 2023

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS PERBANDINGAN TEBAL PERKERASAN LENTUR PADA
LANDASAN PACU BANDARA MENGGUNAKAN METODE FAA DAN
METODE *US ARMY CORPS ENGINEERS DESIGN*
STUDI KASUS : BANDARA ABDULRACHMAN SALEH, KABUPATEN
MALANG**

Dipersiapkan dan disusun oleh

ABRAHAM FRIESHEKA APONNO

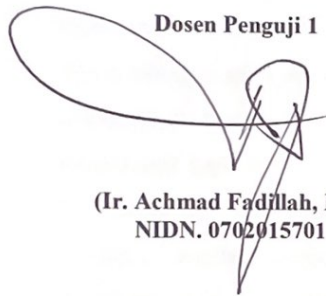
20041000061

Telah dipertahankan di Dewan Penguji

Pada, 16 Februari 2023

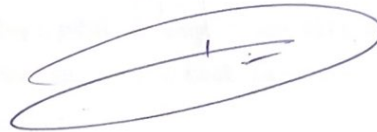
Susunan Dewan Penguji

Dosen Penguji 1



**(Ir. Achmad Fadillah, MT.)
NIDN. 0702015701**

Dosen Penguji 2



**(Nika Devi Permata Wijaya, ST, MT)
NIDN.0724129203**

Dosen Saksi



**(Zaid Dzulkarnain Zubizaretta, ST, MT)
NIDN.0719089301**

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu Persyaratan untuk memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Malang, 19 Mei 2023

Mengatahui

Dekan Fakultas Teknik



**(Prof. Ir. Agus Suprpto, M.Sc., Ph.D., IPM)
NIDN. 0707095801**

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan hikmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul "ANALISIS PERBANDINGAN TEBAL PERKERASAN LENTUR PADA LANDASAN PACU BANDARA MENGGUNAKAN METODE FAA DAN METODE *US ARMY CORPS ENGINEERS DESIGN* (STUDI KASUS : BANDARA ABDULRACHMAN SALEH, KABUPATEN MALANG)". Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata-1 (S1) Program Studi Teknik Sipil di Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang.

Saya sangat menyadari bahawa dalam proses penulisan Tugas Akhir ini, tentunya ada hambatan dan permasalahan yang ditemui. Namun, berkat bantuan dan bimbingan serta motivasi dari berbagai pihak, akhirnya Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis tidak lupa mengucapkan terimakasih kepada :

- 1). Bapak Ir. Rizki Prasetya S.T.,M.T., selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang.
- 2). Bapak Zaid Dzulkamain S.T.,M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang dan Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
- 3). Bapak Ir. Achmad Fadillah, M.T., selaku Dosen Pembimbing I , yang telah memberikan bimbingan serta arahan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
- 4). Bapak Ir.Turijan, M.T., selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan serta arahan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
- 5). Bapak Akhriadi S.T.,M.T., selaku perwakilan dari UPT Bandara Abdulrachman Saleh yang berperan mendampingi penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

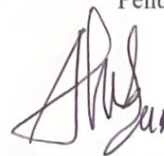
- 6). Bapak Andy Setyawan selaku perwakilan dari UPT Bandara Abdulrachman Saleh yang telah membantu dalam melengkapi data-data yang dibutuhkan untuk Tugas Akhir ini.
- 7). Kedua orang tua saya, Papa Daans Fritsam Aponno, Mama Esther P.N Soselisa, dan adik Christian Daniel Aponno, yang tak henti-hentinya memberikan dukungan moril dan materiil.
- 8). Opa dan Oma Pieter Soselisa, serta Opa dan Oma Lucas Aponno atas dukungan doanya.
- 9). Seluruh keluarga besar dan rekan-rekan Pemuda KPPM GKJW Nganjuk yang selalu memberikan dukungan moral kepada penulis.
- 10). Teman-Teman Teknik Sipil, Steven, Cikal, Moris, Ilyas, Nico, Excel, Maikel, Regen, Kristo, Adimas, Febri, Gabriel, Darmadi, Ibrahim, Ryan, Hasipudin, Eldwin, Nofry, Angel, Indra, Verdi, dan teman-teman lainnya yang telah memberikan support selama penulis menempuh kuliah alih jenjang dan memotivasi penulis cepat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, sehingga jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis berterimakasih apabila ada kritikan dan saran yang bersifat konstruktif demi kesempurnaan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penelitian selanjutnya, khususnya dalam bidang ilmu Teknik Sipil.

Malang, 13 Februari 2023

Penulis,



Abraham Friesheka Aponno

HALAMAN PERNYATAAN PERSETEJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Abraham Friesheka Aponno
Nim : 20041000061
Jenis Tugas Akhir : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

ANALISIS PERBANDINGAN TEBAL PERKERASAN LENTUR PADA LANDASAN PACU BANDARA MENGGUNAKAN METODE FAA DAN METODE *US ARMY CORPS ENGINEERS DESIGN* STUDI KASUS : BANDARA ABDULRACHMAN SALEH, KABUPATEN MALANG

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Malang
Pada tanggal : 21 September 2022

Yang menyatakan



(Abraham Friesheka Aponno)

**ANALISIS PERBANDINGAN TEBAL PERKERASAN LENTUR PADA
LANDASAN PACU BANDARA MENGGUNAKAN METODE FAA DAN
METODE *US ARMY CORPS ENGINEERS DESIGN*
STUDI KASUS : BANDARA ABDULRACHMAN SALEH, KABUPATEN
MALANG**

Abraham Friesheka Aponno

ABSTRAK

Bandara Abdulrachman Saleh memiliki panjang runway 2250 m dengan jenis pesawat Airbus 300, Boeing 737-800 dan ATR72-500, yang memiliki panjang runway 2250 m dengan tebal total perkerasan lentur runway sebesar 90 cm. Ada 6 juta wisatawan yang berkunjung ke kota Malang tahun 2022, dengan 300 wisatawan diantaranya adalah wisatawan asing. Untuk mendukung hal ini, maka tingkat layan bandara menjadi faktor penting yang harus diperhatikan termasuk daya kerja runway yang dapat dianalisa dengan membandingkan metode FAA dan *US Army Corps Engineers Design*. Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk merencanakan tebal perkerasan lentur landasan Pacu Bandar Udara Abdulrachman Saleh – Malang dengan pesawat rencana B 737-900 menggunakan metode US. Army Corps Of Engineers Design dan metode FAA (Federal Aviation Administration) serta menganalisa apakah hasil perencanaan tebal perkerasan lentur dari kedua metode tersebut mampu melayani hingga 20 tahun kedepan. Berdasarkan hasil perencanaan dari kedua metode perencanaan struktur perkerasan lentur yang digunakan diperoleh bahwa metode FAA (Federal Aviation Administration) memiliki tebal sebesar 33 inchi atau 84 cm, sedangkan metode US. Army Corps Of Engineers Design memiliki tebal paling besar, yaitu sebesar 58 inchi atau 149 cm.

Kata Kunci : Bandara Abdulrachman Saleh, Perkerasan Lentur, Landasan Pacu Bandara, Metode FAA, Metode *US Army Corps Engineers Design*.

**COMPARISON ANALYSIS OF FLEXIBLE PAVEMENT THICKNESS AT
AIRPORT RUNWAY USING FAA METHOD AND US ARMY CORPS
ENGINEERS DESIGN METHOD
CASE STUDY: ABDULRAHMAN SALEH AIRPORT, MALANG REGENCY**

Abraham Friesheka Aponno

ABSTRACT

Abdulrahman Saleh Airport has a runway length of 2250 m with Airbus 300, Boeing 737-800, and ATR72-500 aircraft types, with a total thickness of runway flexible pavement of 90 cm. 6 million tourists are visiting the city of Malang in 2022, with 300 of them being foreign tourists. To support this, the airport service level is an important factor that must be considered, including runway performance which can be analyzed by comparing the FAA method and the US Army Corps Engineer's Design Method. The purpose of writing this final project is to plan the thickness of the flexible pavement runway Abdulrahman Saleh Airport - Malang with plan B 737-900 aircraft using the US method. Army Corps Of Engineers Design and the FAA (Federal Aviation Administration) method and analyze whether the results of flexible pavement thickness planning from the two methods can serve up to 20 years in the future. Based on the planning results of the two flexible pavement structure planning methods used, it was found that the FAA (Federal Aviation Administration) method has a thickness of 33 inches or 84 cm, while the US Army Corps Of Engineers Design Method has the largest thickness, which is 58 inches or 149 cm.

Keywords: *Abdulrahman Saleh Airport, Flexible Pavement, Airport Runway, FAA Method, US Army Corps Engineers Design Method.*

DAFTAR ISI

UCAPAN TERIMAKASIH.....	ii
ABSTRAK	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I.....	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2. Perkerasan Lentur	7
2.2.1. Material Perkerasan Lentur.....	9
2.3. Karakteristik Pesawat Terbang	11
2.3.1. Kondisi Fisik Pesawat.....	12
2.3.2. Berat Pesawat.....	17
2.4. Perkerasan Metode FAA (<i>Federal Aviation Administration</i>).....	18
2.4.1. Tebal Permukaan	19
2.4.2. Tebal Minimum <i>Base Course</i>	34
2.4.3. Ketebalan Daerah Tidak Kritis	35
2.5. Perkerasan Metode <i>US Army Corps Engineers Design</i>	35
2.6. Metode Peramalan	38
2.6.1. Metode Regresi Power (Non-Linear Sederhana).....	38
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	39
3.1 Bagan Alir Penelitian	39
3.2 Lokasi Penelitian.....	41

3.3	Diagram Alir Metode FAA	43
3.4	Diagram Alir Metode <i>US Army Corps Engineers Design</i>	44
3.5	Pengumpulan Data	45
3.6	Pengolahan Data	46
3.6.1	Metode FAA	46
3.6.2	Metode <i>US Army Corps Engineers Design</i>	48
3.6.3.	Menghitung Tingkat Layan dari Masing-masing Metode	49
3.7	Hasil dan Pembahasan	50
3.8	Kesimpulan dan Saran	50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		51
4.1	Data Penelitian	51
4.1.1	Data Lalu Lintas Tahunan Pesawat (<i>Annual Departure</i>)	51
4.1.2	Data Pesawat Rencana.....	51
4.1.3	Data CBR Subgrade dan CBR Subbase	52
4.1.4	Data Tebal Perkerasan Runway Eksisting.....	52
4.2	Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur <i>Runway</i> dengan Metode FAA	53
4.2.1	Menghitung Forecasting Annual Departure Untuk Tahun Rencana	53
4.2.2	Perhitungan Roda Pesawat Campuran (R2)	55
4.2.3	Perhitungan Beban Roda Pesawat Campuran (W2).....	56
4.2.4	Perhitungan Beban Roda Pesawat Rencana (W1).....	56
4.2.5	Perhitungan Log R2 Pesawat Campuran.....	57
4.2.6	Perhitungan Log R1 Pesawat Campuran.....	57
4.2.7	Perhitungan Equivalent Annual Departure (R1)	58
4.2.8	Perhitungan Forecast Annual Departure Pesawat Rencana.....	58
4.2.9	Perhitungan R2 Pesawat Rencana	59
4.2.10	Perhitungan W2 dan W1 Pesawat Rencana.....	60
4.2.11	Perhitungan Log R2 dan Log R1 Pesawat Rencana	60
4.2.12	Perhitungan Equivalent Annual Departure Pesawat Rencana	60
4.2.13	Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur Rencana	60
4.3	Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur <i>Runway</i> dengan Metode <i>US Army Corps Engineers Design</i>	64

4.3.1	Perhitungan Nilai Equivalent Single Wheel Load (ESWL).....	77
4.3.2	Perhitungan Tebal Perkerasan Rencana	66
4.4	Perhitungan dan Analisa Tingkat Layan Untuk 20 Tahun.....	69
4.4.1	Peramalan <i>Annual Departure</i> Pesawat Untuk 20 Tahun.....	70
4.4.2	Analisa Tingkat Layan Masing-Masing Metode Untuk 20 Tahun..	73
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		76
5.1	Kesimpulan	76
5.2	Saran	80
DAFTAR PUSTAKA		81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.01 Lapisan Perkerasan Lentur (Flexible Pavement)	9
Gambar 2.02 Elemen Pada Pesawat Terbang	13
Gambar 2.03 Kurva Rencana Perkerasan Lentur Untuk Daerah Kritis (SINGLE WHEEL GEAR).....	20
Gambar 2.04 Kurva Rencana Perkerasan Lentur Untuk Daerah Kritis (DUAL WHEEL GEAR).....	21
Gambar 2.05 Kurva Rencana Perkerasan Lentur Untuk Daerah Kritis (DUAL TANDEM GEAR)	22
Gambar 2.06 Kurva Rencana Perkerasan Lentur Untuk Daerah Kritis (A-300 MODEL B2)	23
Gambar 2.07 Kurva Rencana Perkerasan Lentur Untuk Daerah Kritis (A-300 MODEL B4)	24
Gambar 2.08 Kurva Rencana Perkerasan Lentur Untuk Daerah Kritis (B-747-100, SR, 200 B, C, F)	25
Gambar 2.09 Kurva Rencana Perkerasan Lentur Untuk Daerah Kritis (B-747-SP)	26
Gambar 2.10 Kurva Rencana Perkerasan Lentur Untuk Daerah Kritis (B-757).....	27
Gambar 2.11 Kurva Rencana Perkerasan Lentur Untuk Daerah Kritis (B-767).....	28
Gambar 2.12 Kurva Rencana Perkerasan Lentur Untuk Daerah Kritis (C-130).....	29
Gambar 2.13 Kurva Rencana Perkerasan Lentur Untuk Daerah Kritis (DC 10-10, 10 CF)	30
Gambar 2.14 Kurva Rencana Perkerasan Lentur Untuk Daerah Kritis (DC 10-30, 30 CF, 40, 40 CF)	31
Gambar 2.15 Kurva Rencana Perkerasan Lentur Untuk Daerah Kritis L-1011-1, 100.....	32
Gambar 2.16 Kurva Rencana Perkerasan Lentur Untuk Daerah Kritis L-1011-100, 200.....	33
Gambar 2.17 Tebal Minimum Base Course yang Diperlukan.....	34
Gambar 2.18 Penampang Melintang Perkerasan Landasan.....	35
Gambar 3.01 Bagan Alir Penelitian	40

Gambar 3.02 Lokasi Penelitian	41
Gambar 4.01 Detail Perkerasan Runway Eksisting Bandara Abdulrachman Saleh	52
Gambar 4.02 Grafik Forecasting Annual Departure 20 tahun pesawat jenis B737-800.....	53
Gambar 4.03 Grafik Forecasting Annual Departure tahun ke-20 pesawat jenis A-300.....	54
Gambar 4.04 Grafik Forecasting Annual Departure tahun ke-20 pesawat jenis ATR72-500	54
Gambar 4.05 Grafik Forecasting Annual Departure tahun ke-20 pesawat Rencana B737-900.....	59
Gambar 4.06 Grafik Perhitungan Tebal Perkerasan Total Pesawat Rencana B737-900.....	61
Gambar 4.07 Grafik Perhitungan Tebal Perkerasan Subbase Pesawat Rencana B737-900.....	62
Gambar 4.08 Tebal Perkerasan Metode FAA	63
Gambar 4.09 Landing Gear Footprintt.....	65
Gambar 4.10 Tebal Perkerasan Metode US Army Engineers Design	67
Gambar 4.11 Cara Add Data untuk Membuat Chart Line	68
Gambar 4.12 Cara Input Data pada Series Name dan Series Values.....	69
Gambar 4.13 Cara Input Data pada Series Name dan Series Values.....	69
Gambar 4.14 Tampilan Chart setelah Data-Data Diinput.	70
Gambar 4.15 Cara Untuk Menampilkan Opsi Trendline Power	70
Gambar 4.16 Cara Untuk Memilih Trendline Power	71
Gambar 4.17 Cara Menghitung Peramalan Annual Departure dengan persamaan regresi power.....	71
Gambar 4.18 Cara Menghitung Peramalan Annual Departure dengan persamaan regresi power	72

DAFTAR TABEL

Tabel 2.01 Kode Material pada Federal Aviation Administration.....	10
Tabel 2.02 Karakteristik Pesawat Terbang	11
Tabel 2.03 Konversi Standar Persamaan Untuk Konfigurasi Sumbu Pesawat.....	14
Tabel 2.04 Faktor Konversi Roda Pesawat	19
Tabel 4.01 Data Lalu Lintas Pesawat Tahunan Bandara Abdulrachman Saleh Tahun 2017-2021	51
Tabel 4.02 Data Annual Departure Pesawat B737-900 di Bandara Juanda Tahun 2017-2021	52
Tabel 4.03 Perhitungan R2 Pesawat Campuran.....	55
Tabel 4.04 Perhitungan Beban Roda Pesawat Campuran (W2)	56
Tabel 4.05 Perhitungan Log R2 Pesawat Campuran	57
Tabel 4.06 Perhitungan Log R1 Pesawat Campuran	58
Tabel 4.07 Perhitungan Log R1 Pesawat Campuran	58
Tabel 4.08 Annual Departure Pesawat Rencana B737-900 Bandara Juanda.....	59
Tabel 4.09 Hasil Perhitungan Tebal Perkerasan Metode FAA	63
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Tebal Perkerasan Metode Us Army Corps Engineers Design	67
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Forecasting Annual Departure Pesawat yang Sudah Beroperasi di Tahun ke -20	72
Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Forecasting Annual Departure Pesawat Rencana...73	
Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Forecasting Annual Departure Pesawat B737-800 Selama 20 Tahun.....	73
Tabel 4.14 Hasil Perhitungan Forecasting Annual Departure Pesawat A-300 Selama 20 Tahun.....	74
Tabel 4.15 Hasil Perhitungan Forecasting Annual Departure Pesawat ATR72-500 Selama 20 Tahun.....	75
Tabel 4.16 Hasil Perhitungan Forecasting Annual Departure Pesawat Rencana B737-900 Selama 20 Tahun.....	76
Tabel 4.17 Perbandingan Tebal Perkerasan Runway Eksisting dengan Tebal Perkerasan Runway Rencana	77
Tabel 4.18 Perbedaan variabel antara Metode FAA dengan US Army Corps Engineers Design	78

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Lembar Asistensi	82
Lampiran 2	Gambar Detail Perkerasan Lentur <i>Runway</i> Eksisting Bandara Abdulrachman Saleh	84