

TUGAS AKHIR
TINJAUAN PERENCANAAN PERKERASAN LENTUR *RUNWAY*
PADA PROYEK BANDARA INTERNASIONAL DHOHO KEDIRI



Oleh :

DZAKY ARFIANSYAH

19.11.0006

3
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS WIJAYA KUSUMA SURABAYA
SURABAYA

2024



LEMBAR PENGESAHAN

**Tugas Akhir ini disusun untuk mengetahui salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik (ST.)**

Di Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

Oleh :

Dzaky Arfiansyah
19.11.0006

Tanggal Ujian : 27 Desember 2023

Disetujui Oleh :
Dosen Pembimbing,

Akbar Bayu Kresno Suharso, S.T., M.T.
NIK: 21849 - ET
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik,

Ketua Progam Studi Teknik Sipil,

Johan Pahing Heru Wakito, S.T.M.T
NIP: 196903102005011002

Dr.Ir.Utari Khatulistiani, M.
NIK: 93190-ET

LEMBAR PENGESAHAN REVISI

Judul : TIJAUAN PERENCANAAN PERKERASAN LENTUR *RUNWAY*
PADA PROYEK BANDARA INTERNATIONAL DHOHO KEDIRI

Nama : Dzaky Arfiansyah

NPM : 19110006

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Tanggal Ujian : 27 Desember 2023

Disetujui Oleh,

Dosen Penguji 1,

Dosen Penguji 2,

Akhmad Maliki S.T,M.T
NIK: 16762-ET

Ir. Soeprivono, M.T.
NIK : 23877-ET

⁸⁶
Dosen Pembimbing 1,

Dosen Pembimbing 2,

³
Dr.Ir.Utari Khatulistiani, M.T.
NIK: 93190 - ET

Akbar Bayu Kresno Suharso, S.T., M.T.
NIK: 21489 - ET

TINJAUAN PERENCANAAN PERKERASAN LENTUR *RUNWAY* PADA PROYEK BANDARA INTERNASIONAL DHOHO KEDIRI

Nama Mahasiswa : Dzaky Arfiansyah

NPM : 19110006

Jurusan : Teknik Sipil

Dosen Pembimbing : Akbar Bayu Kresno Suharso, S.T., M.T.

ABSTRAK

Kota Kediri memiliki sektor perekonomian yang berkembang pesat saat ini, perkembangan dalam sarana transportasi telah banyak dilakukan pembangunan dalam jangka waktu yang cukup singkat. Salah satu penyebabnya adalah pertumbuhan ekonomi dan tingginya kebutuhan penduduk dalam sektor transportasi maupun jasa kirim. Permasalahan ini dapat diatasi dengan memberikan pelayanan dalam sektor sarana transportasi seperti bandara. Bandara Dhoho Kediri merupakan pengembangan sektor transportasi pertama dan terbesar di wilayah Kediri Raya, yang mempunyai luas area 321 ha serta memiliki *runway* yang bertaraf internasional. Perencanaan perkerasan lentur pada *runway* ini dilakukan untuk menentukan tebal *runway* berdasarkan panjang rencana, dan tipe pesawat yang akan transit di Bandara Dhoho Kediri. Perencanaan yang akan dilakukan dengan awalan identifikasi masalah, studi literature, pengumpulan data, pengolahan data, sampai dengan kesimpulan. Perhitungan panjang dan lebar, tebal perkerasan lentur menunjukkan bahwa untuk panjang *Runway* 3.600 m dan lebar 45 m, serta memiliki tebal perkerasan total sebesar 105 cm. Disimpulkan maka *runway* sesuai dengan spesifikasi dan aman dilalui oleh pesawat rencana.

Kata kunci : *Perkerasan lentur, Runway, Bandara*

OVERVIEW OF RUNWAY FLEXIBLE PAVEMENT PLANNING FOR THE DHOHO KEDIRI INTERNATIONAL AIRPORT PROJECT

Student Name : Dzaky Arfiansyah
Student ID : 19110006
Department : Civil Engineering
Supervisor : Akbar Bayu Kresno Suharso, S.T., M.T.

ABSTRACT

The city of Kediri has a rapidly developing economic sector at present, many developments in transportation facilities have been carried out in a fairly short period of time. One of the causes is economic growth and the high demand of the population in the transportation and delivery services sectors. This problem can be overcome by providing services in the transportation sector such as airports. Dhoho Kediri Airport is the first and largest transportation sector development in the Greater Kediri region, which has an area of 321 ha and has an international standard runway. Flexible pavement planning on the runway is carried out to determine the thickness of the runway based on the planned length and the type of aircraft that will transit at Dhoho Kediri Airport. The planning that will be carried out starts with problem identification, literature study, data collection, data processing, up to conclusions. Calculations of the length and width, thickness of the flexible pavement show that the runway is 3,600 m long and 45 m wide, and has a total pavement thickness of 105 cm. It was concluded that the runway complies with specifications and is safe for planned aircraft to traverse.

Keywords: Flexible Pavement, Runway, Airport

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan dan melimpahkan anugerah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini dengan judul **“TINJAUAN PERENCANAAN PERKERASAN LENTUR RUNWAY PADA PROYEK BANDARA INTERNASIONAL DHOHO KEDIRI”** dengan baik. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat akademi guna memperoleh gelar Sarjana Strata 1 Teknik yang telah ditetapkan oleh Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.

Tugas Akhir ini disusun dengan melewati beberapa tahapan yang tidak lepas dari berbagai motivasi serta dukungan yang diberikan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memotivasi dalam penyusunan Tugas Akhir. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada:

1. Tuhan YME yang telah memberikan kelancaran serta kekuatan dalam penyusunan Proposal Tugas Akhir ini.
2. Bapak Johan Paing Heru Wakito, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
3. Ibu Dr. Ir. Utari Khatulistiani, MT. selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
4. Bapak Ir. Soepriyono. MT selaku Dosen Wali yang telah banyak memberikan motivasi dan dukungan selama menempuh pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
5. Bapak Akbar Bayu Kresno Suharso, S.T., M.T.. selaku Dosen pembimbing yang telah banyak memberikan ilmu dan arahan yang baik.
6. Bapak dan ibu Dosen serta staff Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
7. Kedua orang tua yang selalu menjadi penyemangat dan tak henti memberi dukungan moral maupun materi serta doanya.
8. Teman-teman Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya yang selalu memberi semangat dan mendukung dalam segala hal dalam penyusunan tugas akhir ini.
9. Semua pihak yang telah banyak membantu penyusunan, baik secara moral maupun materi, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

³ Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan dan jauh dari kata sempurna, mengingat keterbatasan pengetahuan saya. Oleh karena itu saya berharap adanya pendapat dan saran dari berbagai pihak guna perbaikan dan kelengkapan untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca pada umumnya.

Surabaya, 28 Desember 2023

Dzaky Arfiansyah

NPM : 19.11.0006

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN REVISI	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
3 DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pengertian Runway	6
2.2 Karakteristik Runway.....	7
2.2.1 Lebar Perkerasan Runway	8
2.2.2 Kemiringan memanjang (<i>Longitudinal Slope Runway</i>)	8
2.2.3 Kemiringan melintang (<i>Transversal Slope</i>) Runway	8
2.3 Konfigurasi Runway	9
2.4 Klasifikasi Runway	10
2.5 Lingkungan Bandara Yang Mempengaruhi Panjang Runway	11
41 2.6 Perkerasan Runway	11
2.6.1 Komponen Perkerasan Lentur (Fleksibel).....	12
2.7 Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Dengan Metode FAA (<i>Federal Aviation Administration</i>)	15
2.7.1 Menentukan Pesawat Rencana	15
2.7.2 Menghitung <i>Equivalen Annual Departure</i>	17
2.7.3 Analisa Jumlah Penumpang	18
2.7.4 Analisa Pergerakan Pesawat.....	18

2.7.5 Analisa Kondisi Lokal Bandar Udara	18
2.8 Menentukan Pesawat Rencana	19
2.8.1 Menghitung Tebal Perkerasan <i>Subbase</i>	19
2.8.2 Menghitung Tebal Pakerasan Permukaan (<i>surface</i>).....	20
2.8.3 Menghitung Tebal Perkerasan Base Course.....	21
2.9 Menghitung Tebal Perkerasan Total Dengan Aplikasi FAARFIELD.....	23
2.10 Penelitian Terdahulu	24
BAB 3 METODOLOGI	29
3.1 Identifikasi Masalah.....	29
3.2 Studi Literatur	29
3.3 Pengumpulan Data.....	29
3.4 Tahap Informasi dan Data Cukup.....	30
3.5 Analisa Data.....	30
3.6 Perkiraan Jumlah Penumpang Yang Akan Dilayani	30
3.7 Perencanaan Jumlah Pesawat dan Jenis Pesawat.....	30
3.8 Perencanaan Tebal Perkerasan dan Panjang Runway	30
3.9 Rencana Anggaran Biaya Perencanaan Pakerasan Lentur <i>Runway</i>	31
3.10 Diagram Alir Metode Perencanaan	32
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1 Tinjauan Kondisi Lokasi Sekitar Bandara	34
4.2 Data Jumlah Perkiraan Penumpang dan Perkiraan Jumlah Pesawat	34
4.3 Perkiraan Pergerakan dan Karakteristik Pesawat Yang Akan Dilayani	35
4.4 Umur Rencana	44
4.5 Nilai CBR Subgrade	44
4.6 Pakerasan runway (Flexible Pavement).....	45
4.6.1 Menentukan Pergerakan Pesawat	45
4.6.2 Lapisan Perkerasan <i>Flexible</i>	45
4.7 Menentukan Pesawat Rencana	49
4.7.1 Menghitung Beban Roda Pesawat Rencana (<i>W1</i>).....	49
4.7.2 Menghitung Beban Roda Pesawat Yang Akan Diubah (<i>W2</i>)	50
4.7.3 Menghitung Keberangkatan Ekuivalen oleh Pesawat Rencana (R1).....	50
4.8 Analisa Panjang Landasan Pacu (<i>runway</i>)	50
4.9 Pesawat Rencana Boeing 777-300ER	51

4.9.1 Perhitungan <i>Take Off Leght</i>	51
4.9.2 Perhitungan Faktor Koreksi	51
4.9.3 Faktor Koreksi Akibat Pengaruh Elevasi	51
4.9.4 Faktor koreksi akibat pengaruh elevasi dan temperature	52
4.9.5 Faktor koreksi akibat pengaruh <i>slope</i> landasan.....	52
4.10 Lebar Runway	52
4.11 Perencanaan Tebal Perkerasan Runway	53
4.11 Menghitung Tebal Perkerasan Lentur Dengan Bantuan Aplikasi FARRFIELD Dan COMFA	59
4.13 Perhitungan Nilai PCN dengan Program COMFAA	66
BAB 5 RENCANA ANGGARAN BIAYA.....	70
5.1 Rencana Anggaran Biaya	70
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN.....	71
6.1 KESIMPULAN.....	71
6.2 SARAN	72
LAMPIRAN	1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Denah Proyek Pembangunan Sisi Udara (Airside) Bandar Udara Internasional Doho Kediri (google earth)	3
Gambar 2.1 Tampak atas elemen - elemen dasar runway	7
Gambar 2.2 Lapisan Perkerasan Fleksibel	12
Gambar 2.3 Grafik Penentuan tebal surface	20
Gambar 2.4 Grafik Penentuan tebal Base Course Minimum	21
Gambar 2.5 Grafik Penentuan tebal Base Course	23
Gambar 2.6 Aplikasi FAARFIELD	24
Gambar 3.0 Diagram Alir	21
Gambar 4.1 Konfigurasi Main Gear Boeing 777-300ER	21
Gambar 4.2 Dimensi Pesawat Boeing 777-300ER	21
Gambar 4.3 Pesawat Boeing 777-300ER	21
Gambar 4.4 Spesifikasi Pesawat Boeing 737-900ER	21
Gambar 4.5 Dimensi Pesawat Boeing 737-900ER	40
Gambar 4.6 Pesawat Boeing 737-900ER	41
Gambar 4.7 Spesifikasi Pesawat ATR 72 - 600	42
Gambar 4.8 Pesawat ATR 72 - 600	42
Gambar 4.9 Kriteria Pemadatan Subgrade untuk Code Letter D, E dan F	43
Gambar 4.10 Grafik Menentukan Total Tebal Perkerasan Lentur	51
Gambar 4.11 Grafik Menentukan Tebal Subbase Course	53
Gambar 4.12 Grafik Tebal Base Course Minimum	55
Gambar 4.13 Konfigurasi Sumbu Pesawat B737-900ER	58
Gambar 4.14 Konfigurasi Sumbu Pesawat B777-300ER	58
Gambar 4.15 Data Pergerakan Pesawat Tahap I	59
Gambar 4.16 Output Lapisan Perkerasan Tahap I	59
Gambar 4.17 Pergerakan Pesawat Tahap II	61
Gambar 4.18 Gambar Output Lapisan Perkerasan Tahap II	61
Gambar 4.19 Pergerakan Pesawat Tahap III	62
Gambar 4.20 Output Lapisan Perkerasan Tahap III	63
Gambar 4.21 Perhitungan Tebal Ekuivalen	65
Gambar 4.22 Pergerakan Pesawat Rencana	65
Gambar 4.23 Output Nilai PCN	67

61
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Lebar Runway Berdasarkan Kode Runway menurut ICAO	8
Tabel 2.2 Kemiringan Memanjang Runway Standar ICAO	8
Tabel 2.3 Standar ICAO dalam kemiringan Melintang Runway	9
Tabel 2.4 Aerodrome Reference Code (ARC)	10
Tabel 2.5 Tipe Konfigurasi Roda Pendaratan Pesawat	15
Tabel 2.6 Konversi Tipe Roda Pesawat	16
Tabel 2.7 Perkerasan bagi Tingkat Departure > 25.000	17
Tabel 2.8 Peneliti Terdahulu	24
Tabel 4.1 Data Jumlah Penumpang dan Pergerakan Pesawat	17
Tabel 4.2 Pergerakan Pesawat	35
Tabel 4.3 Berat Pesawat Rencana	35
Tabel 4.4 Faktor Ekivalen Untuk Sub Base Course	17
Tabel 4.5 Faktor Ekivalen Untuk Base Course	17
Tabel 4.6 Hasil Akhir Tebal Perkerasan Flexible Runway Metode FAA	17
Tabel 4.7 Ketentuan Tebal Perkerasan Minimum	60
Tabel 4.8 Aerodrome Reference Code (ARC)	65
Tabel 4.9 Lebar Runway Berdasarkan Kode Runway menurut ICAO	67
Tabel 5.1 Rencana Anggaran Harga Satuan Pekerjaan	71
Tabel 5.2 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya	74

BAB 1

PENDAHULUAN

¹² 1.1 Latar Belakang

Bandar Udara adalah kawasan di daratan dan perairan dengan batas-batas tertentu yang digunakan pesawat sebagai tempat untuk lepas landas dan mendarat, naik turun penumpang serta bongkar muat barang. Bandar udara tentu akan memiliki sebuah daerah pendaratan dan lepas landas. Daerah pendaratan dan lepas landas adalah suatu permukaan dimana pesawat dapat mendarat atau lepas landas yang mana permukaannya diberi aspal (Horonjeff, 2010). Oleh karena landasan pacu (*runway*) adalah salah satu fasilitas sisi udara yang paling penting dari sebuah bandara yang digunakan oleh pesawat terbang untuk lepas landas dan mendarat, maka perlu perencanaan perkerasan yang optimum.

Perkerasan adalah struktur yang terdiri dari beberapa lapisan dengan kekerasan dan daya dukung yang berlainan yang berfungsi sebagai tumpuan rata-rata pesawat (Horonjeff, 2010).

Perkerasan lentur adalah suatu perkerasan yang lapisan permukaannya menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya. Dalam mendesain perkerasan lentur landasan pacu tentu akan dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya adalah beban pesawat dan daya dukung tanah dasar. Pekerjaan awal dalam sebuah konstruksi adalah pekerjaan tanah, yang bertujuan untuk menentukan elevasi rencana tanah. Karena, elevasi rencana akan berbeda dengan kondisi elevasi di lapangan (Purwaamijaya, 2008).

⁷⁰ Jawa timur sebagai salah satu provinsi terpadat yang ada di Indonesia, dengan potensi pariwisata yang cukup tinggi dan juga merupakan salah satu pusat perekonomian di Indonesia, hal ini memicu diperlukannya infrastruktur yang memadai, salah satunya adalah bandara yang menjadi sarana transportasi udara. Saat ini Jawa Timur berencana menambah untuk jumlah bandara baru yaitu Bandara Internasional Dhoho Kediri yang akan dibangun di kota Kediri Jawa Timur.

²³ Dari tahun ke tahun permintaan terhadap transportasi udara di Jawa Timur selalu meningkat. Demi memenuhi kebutuhan transportasi udara yang meningkat maka dibangun Bandara Dhoho Kediri. Bandara ini nantinya akan memiliki panjang *runway* atau landas pacu berukuran 3.300 x 60 meter, *apron commercial* berukuran 548 x 141 meter, *apron VIP* berukuran 221 x 97 meter, 4 *taxiway*, dan lahan parkir seluas 37.108 meter persegi. Pada sisi darat, bandara ini akan memiliki terminal penumpang seluas 18.000 meter persegi berkapasitas 1,5 juta penumpang per tahun.

Proyek Bandar Udara Dhoho Kediri merupakan salah satu proyek strategis nasional melalui Peraturan Presiden Nomor 56 Tahun 2018 tentang Perubahan Kedua atas Peraturan Presiden Nomor 3 Tahun 2016 tentang percepatan pelaksanaan proyek strategis. Proyek pembangunan Bandara Terpadu Kediri merupakan proyek yang diprakarsai pihak swasta yaitu PT Gudang Garam Tbk. Tujuan pembangunan bandara ini adalah untuk meningkatkan konektivitas dan memperbaiki disparitas pembangunan di Jawa Timur bagian selatan, serta mengurangi daya tampung Bandara Juanda yang sudah maksimal.

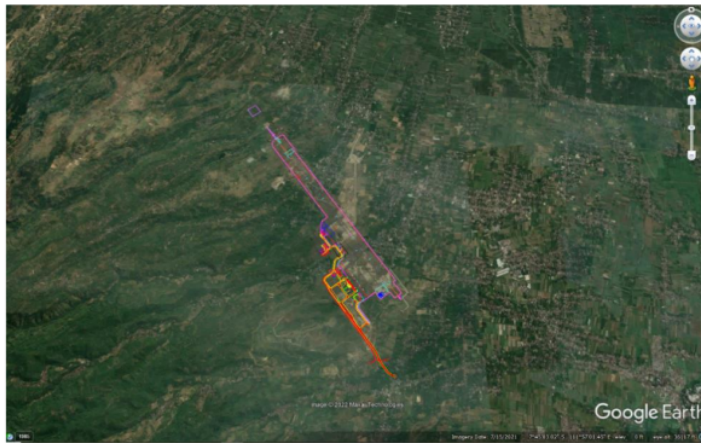
Letak lokasi bandara ini di Desa Bulusari di Kecamatan Tarokan, Desa Grogol di Kecamatan Grogol, Desa Jatirejo dan Desa Tiron di Kecamatan Banyakan. Dengan luas total area 321 ha yang terbagi menjadi 2 area yakni, *air side* dan *land side*. Sisi *airside* yang memiliki panjang runway 3.300 x 60 m. Proyek tersebut berada di wilayah perbukitan yang diaman kondisi tanahnya merupakan batuan dan memiliki kontur tanah yang belum rata, seperti gambar 1.1.

Tujuan lain dari perencanaan perkerasan lentur ini untuk mengetahui kebutuhan aspal yang sesuai dengan rencana panjang dan tipe pesawat yang akan transit atau *landing*. Perencanaan perkerasan lentur bisa digunakan untuk acuan kebutuhan tebal perkerasan lentur *runway* dan dapat juga menganalisa sensitivitas tebal perkerasan lentur *runway* menggunakan nilai beban pesawat dan nilai CBR.

Hasil data dari lapangan yang didapat adalah data tanah dan data topografi wilayah yang akan dilaksanakannya pembangunan *runway*. Perhitungan perencanaan

dilakukan dengan metode FAA (*Federal Aviation Administration*) dan dibantu dengan software agar pekerjaan lebih efisien dan akurat

Permasalahan yang telah diuraikan di atas, penulis ingin melakukan perencanaan tentang perkerasan lentur *runway* yang tepat pelaksanaannya, serta kebutuhan material yang diperlukan dalam proses perkerasan lentur pada Proyek Bandara Dhoho Kediri bisa terencana dengan hasil yang baik.



Gambar 1.1 Denah Proyek Pembangunan Sisi Udara (*Airside*) Bandar Udara Internasional Dhoho Kediri (*google earth*).

1.2 Rumusan Masalah

Terkait dengan latar belakang yang tercantum diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan dalam proposal tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Berapa rencana jumlah penumpang yang akan dilayani ?
2. Berapa rencana jumlah pesawat dan tipe pesawat yang akan dilayani ?
3. Berapa rencana panjang *runway* yang dibutuhkan untuk Bandara Dhoho Kediri ?
4. Berapa rencana tebal perkerasan *runway* Bandara Dhoho Kediri ?
5. Berapa rencana Anggaran Biaya perkerasan lentur *runway* yang di rencanakan ?

10

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud

Berdasarkan uraian latar belakang dan rumusan masalah diatas, maka maksud dari penelitian ini adalah perencanaan ketebalan perkerasan dan drainase pada *runway* agar *runway* dapat digunakan secara optimal.

Tujuan

1. Mengetahui perkiraan jumlah pesawat yang akan dilayani
2. Menentukan panjang *runway* yang dibutuhkan serta tipe pesawat dan tebal perkerasannya.
3. Menentukan tebal perkerasan *runway* yang dibutuhkan pada *runway* bandara Dhoho Kediri.
4. Mengetahui Rencana Anggaran Biaya untuk perkerasan *runway*.

45

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penulisan ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui analisa ketebalan struktur perkerasan runway serta analisa panjang *runway*.
2. Dapat mengetahui perhitungan volume perkerasan lentur *runway* pada proyek Bandara Dhoho Kediri.
3. Sebagai referensi untuk penelitian lebih lanjut dan sebagai sarana untuk memperluas pengetahuan anda.
4. Sebagai acuan dalam pengembangan ilmu teknik sipil.

41

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dibuat agar lingkup pembahasan tidak terlalu luas dan untuk memperjelas tujuan penelitian agar terarah. Maka batasan masalah meliputi :

1. Pembahasan dalam penelitian ini hanya mencakup bagian perencanaan perkerasan pada *runway* Bandara Dhoho Kediri (bagian sisi airside sesuai dengan data yang didapat).
2. *Software* yang digunakan untuk perhitungan adalah FAARFIELD, COMFAA dan *Microsoft Excel*.
3. Tidak menghitung analisa biaya pengembangan *runway*.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Runway

Runway adalah jalur perkerasan yang dipergunakan oleh pesawat terbang untuk mendarat dan melakukan lepas landas (Adu et al., n.d.). Pada dasarnya landasan pacu diatur sedemikian rupa untuk:

1. Memenuhi persyaratan pemisahan lalu lintas udara.
2. Meminimalisasi gangguan akibat operasional suatu pesawat dengan pesawat lainnya, serta akibat penundaan pendaratan
3. Meberikan jarak landas hubung yang sependek mungkin dari daerah terminal menuju landasan pacu.
4. Meberikan jumlah landasan hubung yang cukup sehingga pesawat yang mendarat bisa meninggalkan landasan pacu yang secepat mungkin dan mengikuti rute yang paling pendek ke daerah terminal (Horonjeff, 2010).

Elemen – elemen landasan pacu antar lain:

1. Perkerasan struktural sebagai tumpuan pesawat udara dan mendukung pesawat sehubungan dengan kemampuan manuver, kendali, stabilitas, kriteria dimensi dan operasi lainnya.
2. Bahu landasan yang berbatasan dengan perkerasan struktural, direncanakan sebagai penahan erosi akibat air dan semburan mesin jet, serta melayani perawatan landasan.
3. Area keamanan landasan pacu (*runway safety area*) yang terdiri dari struktur perkerasan, bahu landasan, dan area bebas halangan
4. *Blast pad* (bantalan hembusan), area yang direncanakan untuk mencegah erosi pada permukaan yang berbatasan dengan ujung landasan pacu. ICAO menetapkan panjang bantalan hembusan 100 feet (30 m), namun dari pengalaman untuk pesawat

transport sebaiknya 200 feet (60 m), kecuali untuk pesawat berbadan lebar panjang bantal hembusan yang dibutuhkan 400 feet (120 m). Lebar bantal hembusan harus mencakup baik lebar *runway* maupun bahu landasan (*Horonjeff*, 2010).



Gambar 2.1 Tampak atas elemen - elemen dasar runway

Dalam merencanakan sebuah *runway* perlu diperhatikan jenis dan karakteristik dari pesawat rencana yang dilayani, pertumbuhan jumlah penumpang dan pergerakan pesawat, konfigurasi dan geometrik runway itu sendiri, serta kondisi lingkungan dari sebuah bandara.

2.2 Karakteristik *Runway*

Pada umumnya *runway* memiliki lapisan aspal (hotmix) dengan identifikasi angka derajat dan arah yang dituliskan dengan huruf angka derajat dan arah yang dituliskan dengan huruf, serta garis - garis yang mirip dengan zebra cross pada ujung - ujungnya yang semakin berkurang garisnya bila menuju ketengah landasan yang menunjukkan pesawat harus *touchdown* serta *take off* (tinggal landas). Beberapa karakteristik lain dari *runway* adalah sebagai berikut

2.2.1 Lebar Perkerasan Runway

Lebar runway sudah ditentukan dengan standar ICAO seperti Tabel 2.1

Tabel 2.1 Lebar Runway Berdasarkan Kode Runway menurut ICAO

Code Number	Code Letter					
	A	B	C	D	E	F
1	18m	18 m	23 m	-	-	-
2	23 m	23 m	30 m	-	-	-
3	30 m		30 m	45 m	-	-
4	-	-	45 m	45 m	45 m	60 m

Sumber: Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara (Horonjeff, 2010)

Catatan: Untuk pesawat dengan kode huruf D dan E harus disediakan bahu yang simetris di kiri dan kanan serta lebar keseluruhan minimal 60 m.

2.2.2 Kemiringan memanjang (Longitudinal Slope Runway)

Kemiringan memanjang runway telah ditentukan dengan standar ICAO dalam Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2 Kemiringan Memanjang Runway Standar ICAO

Perihal	Kode Angka Landasan			
	4	3	2	1
Max. Effective Slope	1.0	1.0	1.0	1.0
Max. Longitudinal Slope	1.25	1.5	2.0	2.0
Max. Longitudinal Slope Change	1.5	1.5	2.0	2.0
Slope Change per 30 m	0.1	0.2	0.4	0.4

Sumber: Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara (Horojeff, 2010).

2.2.3 Kemiringan melintang (Transversal Slope) Runway

Untuk menjamin pengaliran air di permukaan yang berada diatas landasan pacu, perlu kemiringan melintang dengan standar ICAO seperti terlihat dalam Tabel 2.3 berikut:

Tabel 2.3 Standar ICAO dalam kemiringan Melintang *Runway*

Code Letter	Penggolongan Pesawat	Preferred Slope	Minimum Slope	Maximum Slope (%)
A	I	2	1,5	2,5
B	II	2	1,5	2,5
C	III	1,5	1	2
D	IV	1,5	1	2
E	V	1,5	1	2
F	VI	1,5	1	2

Sumber: Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara (Horojeff, 2010).

2.3 Konfigurasi *Runway*

Konfigurasi *runway* ada bermacam – macam, dan konfigurasi itu biasanya merupakan kombinasi dari beberapa macam konfigurasi dasar (basic configuration). Konfigurasi dasar itu adalah :

1. Landasan Pacu Tunggal

Konfigurasi ini merupakan konfigurasi yang paling sederhana. Kapasitas *runway* jenis ini dalam kondisi VFR (*Visual Flight Rules*) berkisar diantara 45 sampai 100 operasi per jam, sedangkan dalam kondisi IFR (*Instrument Flight Rules*) kapasitasnya berkurang menjadi 40 sampai 50 operasi, tergantung pada komposisi campuran pesawat terbang dan alat-alat bantu navigasi yang tersedia.

2. Landasan Pacu Pararel

Kapasitas system ini sangat tergantung pada jenis *runway* dan jarak diantaranya. Untuk *runway* sejajar berjarak rapat, menengah dan renggang kapasitasnya per jam dapat bervariasi di antara 100 sampai 200 operasi dalam kondisi – kondisi VFR, tergantung pada komposisi campuran pesawat terbang. Sedangkan kondisi IFR kapasitas per jam untuk yang berjarak rapat berkisar di antara 50 sampai 60 operasi, tergantung pada komposisi campuran pesawat terbang. Untuk *runway* sejajar yang berjarak menengah kapasitas

per jam berkisar antara 60 sampai 75 operasi dan untuk yang berjarak renggang antar 100 sampai 125 operasi per jam.

3. Landasan Pacu Dua Jalur

Runway dua jalur dapat menampung lalu lintas paling sedikit 70 persen lebih banyak dari runway tunggal dalam kondisi VFR dan kira – kira 60 persen lebih banyak dari runway tunggal dalam kondisi IFR.

4. Landasan Pacu yang Berpotongan

Kapasitas runway yang bersilangan sangat tergantung pada letak persilangannya dan pada cara pengoperasiannya dan cara pengoperasian runway yang disebut strategi (lepas landas atau mendarat). Makin jauh letak titik silang dari ujung lepas landas runway dan ambang pendaratan, kapasitasnya semakin rendah. Kapasitas tertinggi dicapai apabila titik silang terletak dekat dengan ujung lepas landas dan ambang pendaratan.

5. Landasan Pacu V-terbuka

Runway V terbuka merupakan runway yang arahnya memencar (divergen) tetapi tidak berpotongan. Strategi yang menghasilkan kapasitas tertinggi adalah apabila operasi penerbangan dilakukan menjauhi V.

2.4 Klasifikasi Runway

Klasifikasi landasan pacu atau runway didasarkan pada amandemen ke – 36 ICAO hasil konferensi ke IX, maka dibuat tabel *Aerodrome Reference Code* untuk menentukan kelas landasan pacu seperti pada Tabel 2.4 berikut.

Aerodrome Code Number	Reference Field Length (m)	Aerodrome Code Letter	Wingspan (m)	Outer Main Gear Wheel Span (m)
1	< 800	A	<15	<4.5
2	800 - 1200	B	15 - 24	4.5 - 6
3	1200 - 1800	C	24 - 36	6 - 9
4		D	36 - 52	9 - 14

5	9	E	52 - 65	9 - 14
---	---	---	---------	--------

Tabel 2.4 *Aerodrome Reference Code (ARC)*

Aerodrome reference code dipakai oleh ICAO untuk mempermudah membaca antar beberapa spesifikasi pesawat, dengan berbagai karakteristik fisik lapangan terbang.

2.5 Lingkungan Bandara Yang Mempengaruhi Panjang *Runway*

Sesuai dengan rekomendasi dari *International Civil Aviation Organization (ICAO)* bahwa perhitungan Panjang runway harus disesuaikan dengan kondisi local lokasi bandara. Metode ini dikenal dengan metoda *Aeroplane Reference Field Length* Menurut ICAO, *ARFL* adalah *runway* minimum yang di butuhkan untuk lepas landas pada *maximum certificated take off weight*, elevasi muka laut, kondisi atmosfer standar, keadaan tanpa angin bertiup, *runway* tanpa kemiringan (kemiringan = 0). Jadi didalam perencanaan persyaratan-persyaratan tersebut harus dipenuhi dengan melakukan koreksi akibat pengaruh dari keadaan lokal (Afriyani & Suryan, 2022)

2.6 Perkerasan *Runway*

Perkerasan adalah struktur yang terdiri dari beberapa lapisan dengan kekerasan dan daya dukung yang berlainan (Widiyahartani dan Sjafaat, 2007). Perkerasan berfungsi sebagai tumpuan roda pesawat, sehingga permukaan perkerasan harus menghasilkan jalan pesawat yang nyaman, dari fungsinya ini maka harus dijamin tiap – tiap lapisan perkerasan harus mampu menahan beban roda – roda pesawat dan tidak mengalami *distress* (perubahan karena tidak dapat menahan beban) (Rangan, 2017)

Ada 2 jenis perkerasan, yaitu perkerasan lentur (*Flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*Rigid pavement*). Perkerasan kaku merupakan perkerasan yang terbuat dari campuran semen dan agregat, terdiri dari slab – slab beton dengan ketebalan tertentu, dibawah lapisan beton adalah *sub base course* yang telah di padatkan dan ditunjang oleh lapisan *grade* (tanah asli). Perkerasan lentur yaitu

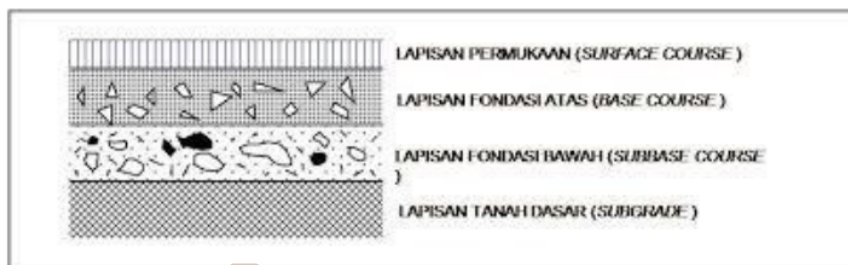
perkerasan yang terdiri dari lapisan permukaan, lapis pondasi bawah (*subbase*) dan lapisan tanah dasar (*sub grad*) (Maruba S Panggabean, 2013)

Faktor – faktor yang mempengaruhi ketebalan perkerasan antara lain:

- a. Karakteristik pesawat
- b. Volume lalu lintas pesawat
- c. Konsentrasi lalu lintas pesawat pada daerah tertentu
- d. Kualitas tanah dasar
- e. Susunan material perkerasan (Maruba S Panggabean, 2013)

Kemudian yang perlu diperhatikan dalam perencanaan perkerasan adalah beban adalah beban pesawat dan metode perancangan yang ditetapkan oleh ICAO maupun FAA.

Dalam perencanaan perkerasan runway Bandara Internasional Doho Kediri ini menggunakan perkerasan lentur dengan menggunakan metode FAA.



Gambar 2.2 Lapisan Perkerasan Fleks

2.6.1 Komponen Perkerasan Lentur (Fleksibel)

Perkerasan fleksibel terbagi atas lapisan – lapisan berikut ini :

2.6.1.1 Lapisan Permukaan (*Surface*)

Lapis permukaan adalah lapisan permukaan berupa campuran bahan bitumen, biasanya aspal. Menurut FAA, ada syarat yang harus dipenuhi untuk lapis permukaan antara lain :

- a. Dapat mencegah tembusnya air ke *base course*
- b. Tidak ada partikel lepas supaya aman bagi pesawat terbang atau manusia.
- c. Tahan terhadap tekanan air.
- d. Teksturnya tidak boleh licin atau menyebabkan slip dan tidak boleh menyebabkan ausnya roda pesawat sebelum waktunya.

Untuk memenuhi persyaratan tersebut, lapis permukaan harus terbuat dari campuran agregat dan aspal pengikat yang akan menghasilkan permukaan yang rata atau seragam dengan tekstur yang sesuai dan dengan kestabilan dan daya tahan yang maksimum.

Agregat tersebut mempunyai tebal bervariasi dari minimum 3-4 inch atau lebih. Fungsi utamanya adalah memberikan permukaan yang rata dan operasi lalu lintas yang aman, untuk memikul beban – beban yang bekerja dan lingkungan untuk jangka waktu tertentu, dan untuk menyebarkan beban yang bekerja ke lapisan – lapisan dibawahnya (Maruba S Panggabean, 2013)

2.6.1.2 Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapisan pondasi atas adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah. Lapisan pondasi atas terdiri dari material dengan bahan pengikat (misalnya dengan Portland atau aspal) atau yang tanpa bahan pengikat. Seperti halnya dengan lapisan permukaan, lapisan pondasi atas harus bisa memikul beban – beban yang bekerja dan menyebarkan ke lapisan dibawahnya. Untuk dapat berfungsi dengan baik, lapi pondasi atas harus dapat memenuhi beberapa syarat antara lain :

- a. Mutu dan ketebalan lapisan pondasi atas (*Base Course*) harus sedemikian rupa sehingga dapat mencegah kegagalan ditingkat lapisan tanah dasar (*Subgrade*).
- b. Tahan terhadap tekanan vertical yang cenderung menghasilkan konsolidasi dan mengakibatkan distorsi pada permukaan
- c. Tidak terjadi perubahan volume akibat fluktuasi kandungan kelembabbannya.

Mutu lapis tanah atas (*base course*) tergantung pada komposisi, bahan fisik dan kekompakannya. Banyak material dan kombinasinya yang terbukti memuaskan sebagai lapis tanah atas (*base course*). Bahan – bahan ini terdiri dari agregat pilihan yang keras dan berdaya tahan tinggi (Maruba S Panggabean, 2013)

2.6.1.3 Lapisan Pondasi Bawah (*Sub Base Course*)

Lapisan pondasi bawah adalah lapis perkerasan yang terletak antara lapisan pondasi atas dan tanah dasar. Lapis pondasi bawah terdiri dari bahan batu yang dipecah dulu atau alamiah, tapi sering kali digunakan bahan sirtu (pasir batu) yang tidak dipilih atau bahan yang dilih dari hasil galian ditempat pekerjaan. Fungsi lapis pondasi bawah (*sub base course*) ini mirip dengan fungsi lapis pondasi atas (*Base course*), tapi karena lapisan dilindungi lapisan pondasi atas dan lapisan permukaan diatasnya maka persyaratan lapisan pondasi bawah (*sub base course*) tidak seketat *base course*. Harus diingat bahwa tidak setiap perkerasan fleksibel memerlukan lapis pondasi bawah, sebaliknya perkerasan yang sangat tebal dapat memilik beberapa lapis pondasi bawah (Maruba S Panggabean, 2013)

2.6.1.4 Lapisan Tanah Dasar

Lapisan tanah dasar adalah lapisan terakhir dan merupakan dasar dari struktur perkerasan yang dapat berupa timbunan, galian atau tanah asli yang dipadatkan. Lapis tanah dasar (*subgrad*) menerima beban yang lebih kecil dari beban yang diterima oleh lapis permukaan (*surface*), lapis pondasi atas (*base course*) dan lapis pondasi bawah (*sub base course*). Beban yang diterima *subgrade* akan berkurang siring dengan kedalaman,

kecuali pada kondisi – kondisi tertentu seperti *subgrade* yang kandungan air dan kepadatannya bervariasi. Kondisi – kondisi seperti itu seharusnya diperiksa selama penyelidikan tanah (Maruba S Panggabean, 2013)

2.7 Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Dengan Metode FAA (*Federal Aviation Administration*)

Perencanaan perkerasan lentur (*fleksible pavement*) metode FAA dikembangkan oleh badan penerbangan federal Amerika dan merupakan pengembangan metode CBR yang telah ada. (Afriyani & Suryan, 2022)





Perhitungan tebal perkerasan didasarkan pada grafik – grafik yang dibuat oleh FAA, berdasarkan pengalaman – pengalaman dari Corps of Enginners dalam menggunakan metode CBR. Perhitungan ini dapat diuji sampai jangka waktu 20 tahun dan untuk menentukan tebal perkerasan ada beberapa variable yang harus diketahui :

- 1) Nilai CBR Subgrade dan Nilai CBR Subbase Course.
- 2) Berat maksimum take off pesawat
- 3) Jumlah keberangkatan tahunan (*Annual Depature*)
- 4) Type roda pendaratan tiap pesawat (Widiyahartani dan sjafaat, 2007).

2.7.1 Menentukan Pesawat Rencana

Dalam pelaksanaannya, landasan pacu harus melayani beragam tipe pesawat dengan tipe roda dan berat yang berbeda – beda. Ada beberapa tipe main gear pada pesawat terbang yaitu : *single wheel, dual wheel, dual tandem, double dual tandem* dan lain – lain. Seperti pada Tabel 2.5. berikut ini :

Tabel 2.5 Tipe Konfigurasi Roda Pendaratan Pesawat

Susunan Roda Pendaratan Utama	Tipe	Ukuran (inci)					Tekanan Pemompaan Tipikal (psi)
		X	Y	Z	U	V	
 Dual wheel	B-727	34.0					168
	B-737	30.5					148
	MD-81	28.1					170
 Dual Tandem	A-300	36.5	55.0				181
	A-310	36.5	55.0				172
	A-320	30.7	39.5				149
	B-707-122B	34.0	56.0				170
	B-707-320B	34.0	56.0				180
	B-799A	37.0	48.0				145
	B-757	34.0	45.0				161
	B-767	43.0	56.0				183
	Comanche	26.4	63.7				184
	DC-8-61	30.0	55.0				188
 Double Dual Tandem	B-747-100	44.0	58.0	121.1	141.0		192
	B-747-200	44.0	50.0	121.1	141.0		204
	B-747-400	44.0	58.0	121.1	141.0		195
	B-747SP	44.0	58.0	121.1	141.0		205
 Double Dual Tandem	A-340	55.0	78.0	39.0	211.0	28.0	157*
	DC-10-30	54.0	64.0	30.0	216.0	37.5	165**
	DC-10-40	54.0	64.0	30.0	216.0	37.5	165**

*) Tekanan roda tengah sebesar 134 psi mendukung 16 persen dari berat total

***) Tekanan roda tengah sebesar 140 psi mendukung 16 persen dari berat total

Sumber : (Basuki, 1986)

16

Dengan demikian diperlukan konversi tipe roda pesawat ke pesawat rencana seperti pada tabel berikut :

15

Tabel 2.6 Konversi Tipe Roda Pesawat

RUMUS KONVERSI TYPE RODA PENDARATAN

KONVERSI DARI	KE	FAKTOR PENGALI
SINGLE WHEEL	DUAL WHEEL	0,8
SINGLE WHEEL	DUAL TANDEM	0,5
DUAL WHEEL	DUAL TANDEM	0,6
DOUBLE DUAL TANDEM	DUAL TANDEM	1,0
DUAL TANDEM	SINGLE WHEEL	2,0
DUAL TANDEM	DUAL WHEEL	1,7
DUAL WHEEL	SINGLE WHEEL	1,3

DOUBLE DUAL TANDEM	DUAL WHEEL	1,7
-----------------------	---------------	-----

Sumber : (Basuki,1986)

2.7.2 Menghitung *Equivalent Annual Departure*

Equivalent Annual Departure terhadap pesawat rencana dihitung dengan rumus :

$$\log R_1 = \log R_2 \times \left(\frac{w_2}{w_1}\right)^{1/2} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$W = MTOW \times 0,95 \times \frac{1}{n} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

- R_1 = *Equivalent annual departure* pesawat rencana
- R_2 = *Annual departure* masing – masing jenis pesawat setelah dikalikan dengan factor konversi
- W_1 = Beban roda pesawat rencana
- W_2 = Beban roda pesawat lain
- n = Jumlah roda pesawat pada main gear

Annual departure terbatas hanya sampai 25.000 per tahun. Untuk tingkat *annual departure* yang lebih besar dari 25.000, tebal perkerasan totalnya harus di tambah menurut Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Perkerasan bagi Tingkat *Departure* > 25.000

Annual <i>Departure</i>	Tebal <i>Departure</i> 25.000 (persen %)
50.000	104
100.000	108
150.000	110

200.000	112
---------	-----

Sumber : (Basuki, 1986)

2.7.3 Analisa Jumlah Penumpang

Peningkatan jumlah penumpang pada masa yang akan datang akan berpengaruh pada peningkatan pergerakan pesawat, ini berdampak pada kapasitas runway sehingga akhirnya akan mempengaruhi keselamatan penerbangan. Untuk itu peramalan jumlah penumpang jangka menengah dan panjang (10 dan 20 tahun masa kedepan). Analisa jumlah penumpang pada masa yang akan datang sangat diperlukan untuk menghitung panjang landasan pacu yang dibutuhkan. Dalam penulisan Tugas Akhir ini, analisa jumlah penumpang pada masa yang akan datang menggunakan metode *forecasting* (peramalan) dengan menggunakan grafik, rumus Trend Linear :

$$y = a + bx \dots\dots\dots(2.3)$$

2.7.4 Analisa Pergerakan Pesawat

Analisa perkiraan jumlah pergerakan pesawat pada masa yang akan datang sangat diperlukan dalam rangka mempersiapkan fasilitas – fasilitas sisi udara seperti runway.

2.7.5 Analisa Kondisi Lokal Bandar Udara

Panjang landasan pacu yang telah direncanakan harus dikoreksi sesuai dengan kondisi lokal bandara seperti

- 1. Koreksi Temperatur

$$F_t = 1 + 0,01 (T - (15 - 0,0065h)) \dots\dots\dots(2.7)$$

- 2. Koreksi elevasi

$$F_e = 1 + 0,1 S \dots\dots\dots(2.8)$$

- 3. Koreksi Kemiringan Runway

$$F_s = 1 + 0,07 \frac{h}{300} \dots\dots\dots(2.9)$$

4. Kondisi Permukaan landasan

Menurut hasil penelitian NASA dan FAA tinggi maksimum genangan air adalah 1,27 cm

Jadi panjang *runway* setelah dikoreksi dihitung dengan persamaan berikut :

$$ARFL = \frac{L_{ro}}{F_t \times F_e \times F_s} \dots\dots\dots(2.10)$$

2.8 Menentukan Pesawat Rencana

Setelah mendapatkan jumlah calon penumpang maka tahap selanjutnya menentukan dan menganalisa jenis pesawat rencana yang sesuai untuk melayani jumlah penumpang. Pesawat rencana tidak harus dengan beban terberat, tetapi pesawat yang memerlukan tebal perkerasan yang paling besar. Dalam menentukan pesawat rencana diperlukan konversi tipe roda pesawat ke pesawat rencana, setelah itu menghitung *Equivalent Annual Departure* terhadap pesawat rencana, dengan rumus :

$$\text{Log } R_1 = \text{Log } R_2 \times \left(\frac{W_2}{W_1}\right)^{1/2} \dots\dots\dots(2.11)$$

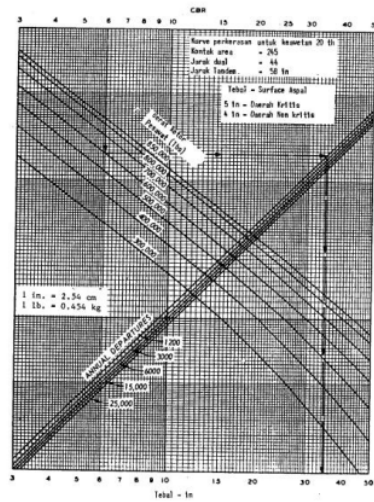
$$W = \text{MTOW} \times 0,95 \times \frac{1}{n} \dots\dots\dots(2.12)$$

2.8.1 Menghitung Tebal Perkerasan Subbase

Dengan nilai CBR *subbase* yang ditentukan, MTOW, dan *Equivalent Annual Departure* maka dari grafik yang sama didapat harga yang merupakan tebal lapisan diatas *subbase*, yaitu lapisan *surface* dan lapisan *base*. Maka , tebal *subbase* sama dengan tebal perkerasan total dikurangi tebal lapisan diatas *subbase* (Adu et al., n.d.)

2.8.2 Menghitung Tebal Peralasan Permukaan (*surface*)

Tebal *surface* langsung dilihat dari Grafik 2.4 yang berupa tebal *surface* untuk daerah kritis dan non kritis (Priyanto & Erwan, n.d.)



Gambar 2.3 Grafik Penentuan tebal *surface*

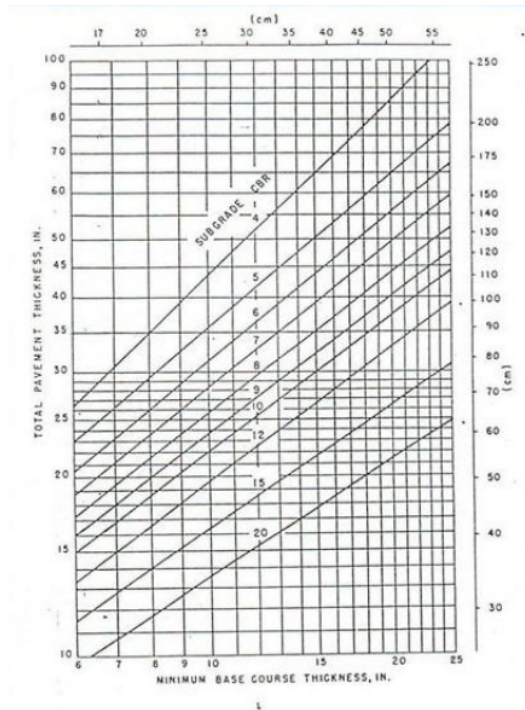


Figure 4-45. Minimum base course thickness requirements

28

Gambar 2.4 Grafik Penentuan tebal *Base Course* Minimum

(Sumber : Merancang, Merencana Lapangan Terbang (Basuki, 1984))

4

2.8.3 Menghitung Tebal Perkerasan *Base Course*

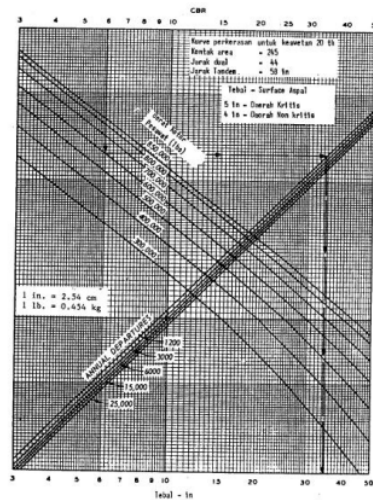
Tebal *Base Course* sama dengan tebal lapisan diatas *subbase Course* dikurangi tebal lapisan permukaan (*Surface Course*). Hasil ini harus di cek dengan membandingkannya terhadap tebal *Base Course* minimum dari grafik. Apabila tebal *base course* minimum lebih besar dari tebal *base course* hasil perhitungan, maka selisih diambil dari lapisan *Subbase Course*, sehingga tebal *subbase course* pun berubah. Metode ini adalah metode yang paling umum digunakan dalam perencanaan lapangan terbang. Dikembangkan oleh badan penerbangan federal

Amerika. Jenis dan kekuatan tanah dasar (*subgrade*) sangat mempengaruhi Analisa perhitungan (Priyanto & Erwan, n.d.)

8 FAA memperbolehkan perubahan tebal perkerasan pada permukaan yang berbeda sebagai berikut:

1. Tebal penuh T diperlukan di tempat yang digunakan oleh pesawat yang akan berangkat, seperti *apron* daerah tunggu (*holding area*) dan bagian tengah landasan hubung dan landasan pacu.
2. Tebal perkerasan 0,9 T diperlukan di tempat yang digunakan oleh pesawat yang akan datang seperti belokan landasan pacu kecepatan tinggi.
3. Tebal perkerasan 0,7 T diperlukan di tempat yang jarang dilalui pesawat seperti pada tepi – tepi luar landasan hubung dan landasan pacu.

9 Dalam kaitannya menghitung tebal perkerasan, berat pesawat dianggap 95% ditumpu oleh roda pesawat utama (*main gear*) oleh *nose wheel*. hanya menghitung berdasarkan *annual departure*, karena pendaratan diperhitungkan beratnya lebih kecil disbanding waktu *take off*.



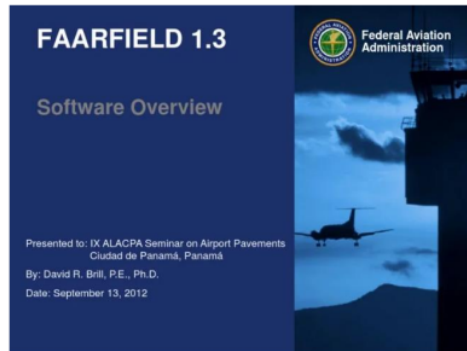
28 **Gambar 2.5** Grafik Penentuan tebal *Base Course*

2.9 Menghitung Tebal Perkerasan Total Dengan Aplikasi FAARFIELD


Tebal perkerasan total dihitung dengan memplotkan data CBR subgrade, MTOW (*Maximum Take Off Weight*) pesawat rencana, dan nilai *Equivalent Annual Departure* ke dalam aplikasi FAARFIELD.

Software FAARFIELD digunakan untuk menentukan tebal perkerasan landas pacu berdasarkan data-data pergerakan jenis pesawat udara. Dengan Software FAARFIELD ini didapat perbandingan total perkerasan antara metode grafik dengan metode software yang digunakan FAA. Berikut adalah langkah langkah dari pengoperasian software FAARFIELD :(Studi et al., n.d.)

1. Dari Menu Startup, pilih “New Job”
2. Dari tab “airplane”, pilih jenis pesawat dan bebannya. Pemilihan pesawat didasari pada pesawat yang beroperasi di Bandar Udara Kalimantan Berau. Berikut adalah input data pesawat, Maximum Take Off Weight, dan jumlah keberangkatan tahunan (Annual Departure) yang beroperasi.
3. Modifikasi jenis struktur dan ketebalan lapis perkerasan yang akan dianalisis. Memodifikasi ketebalan tiap layernya ini perpedoman pada minimum tebal perkerasan lentur yang sudah di standarkan oleh FAA (Federal Aviation Administration) (Advisory Circular AC 150 / 5320 – 6F).(Studi et al., n.d.)



FAARFIELD – What Is It?

-  Federal
-  Aviation
-  Administration
-  Rigid and
-  Flexible
-  Iterative
-  Elastic
-  Layered
-  Design

- **FAARFIELD** is the new FAA airport pavement thickness design program.
- **FAARFIELD** superseded LEDFAA 1.3 as the standard design procedure in FAA Advisory Circular (AC) 150/5320-6E.
- Officially released September 30, 2009.

Gambar 2.6 Aplikasi FAARFIELD

(Sumber : https://www.faa.gov/airports/engineering/design_software)

2.10 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.8 Penelitian Terdahulu

No.	Penulis	Judul Penulisan	Hasil Dan Kesimpulan
1.	Adu, Amir S Lee Barnabas, Peter Setiawan, Arief	Rekayasa dan Manajemen Transportasi Journal of Transportation Management and Engineering TINJAUAN	Berdasarkan hasil dari analisa perhitungan dengan menggunakan pesawat rencana Boeing 737 - 300 menurut FAA membutuhkan

No.	Penulis	Judul Penulisan	Hasil Dan Kesimpulan
		PENGEMBANGAN LANDASAN PACU BANDAR UDARA KASIGUNCU KABUPATEN POSO	panjang landasan pacu sebesar 2.070 m dan lebar 30,48 m sedangkan ICAO membutuhkan panjang sebesar 2.704 m dan lebar sebesar 45,72 m.
2.	Agung Dwi Laksono B dkk, 2020	Perencanaan Turn Pad 01 Dengan Flexible Pavement di Bandar Udara Kalimarah	Dengan mengacu pada Aerodrome Design Manual Doc. 9157 part 1 dan MOS -KP 326 tahun 2019 maka dapat digunakan untuk mencari besar dimensi turn pad area
3.	Muhammad Lutfi, 2019	Analisis Pengaruh Faktor Iklim Setempat (Klimatologi) Terhadap Pengembangan Landasan Pacu (Runway) Pada Bandar Udara	Pengembangan landasan pacu (runway) sangat dipengaruhi oleh 25emper-faktor klimatologi seperti 25emperature udara, density udara, ketinggian altitude, dan arah angin setempat guna

No.	Penulis	Judul Penulisan	Hasil Dan Kesimpulan
			<p>menentukan panjang landasan yang akan dibangun ataupun mengalami perpanjangan dari landasan yang sudah ada.</p>
4.	Rian Riandi dkk, 2022	Evaluasi Pemeliharaan Runway di Bandar Udara Husein Sastranegara Bandung	<p>Fasilitas runway memiliki peranan yang sangat penting dalam mendukung operasional penerbangan karena runway menjadi tempat takeoff dan landing suatu pesawat udara dan menjadikan fasilitas pokok utama yang sangat berpengaruh terhadap kegiatan operasional dan keselamatan penerbangan dan sangat diperlukannya pemeliharaan untuk menunjang kondisi runway yang prima.</p>

No.	Penulis	Judul Penulisan	Hasil Dan Kesimpulan
-5.	Afriyani S, Suryan V, 2022	Analisa Metode FAA dan ICAO- LCN pada Perencanaan Perkerasan Runway di Bandar Udara Silampari Lubuk linggau	Dengan metode FAA dan Juga metode FAA FAARFIELDS, maka jika dilihat dari tebal hasil perkerasan total, tidak terlalu jauh perbedaan hasil dari kedua metode tersebut.
6.	Moetriono H, Suharno, 2012	ANALISIS PERPANJANGAN LANDAS PACU (RUNWAY) DAN KOMPARASI BIAYA TEBAL PERKERASAN (Studi Kasus pada Bandar Udara Abdulrachman Saleh Malang)	Tebal perkerasan struktural total runway yang dihasilkan dari metode CBR adalah 68cm, metode FAA adalah 68cm sedangkan metode LCN adalah 73 cm. Dimana perbedaan dari metode CBR, FAA dan LCN adalah tebal perkerasan yang berbeda karena dari segi parameter yang digunakan dimana metode CBR, dan

No.	Penulis	Judul Penulisan	Hasil Dan Kesimpulan
			<p>LCN hanya berdasarkan pesawat rencana saja sedangkan metode FAA berdasarkan lalu lintas pesawat campuran.</p>
7.	<p>52 Yasruddin, 2012</p>	<p>Perencanaan Struktur Perkerasan Landas Pacu Bandar Udara Syamsudin Noor – Banjarmasin</p>	<p>37 Material yang digunakan dalam perencanaan perkerasan lentur runway tersebut adalah : untuk lapisan surface digunakan Asphalt Concrete (AC), untuk base course digunakan material batu pecah, dan untuk subbase course digunakan material agregat alam</p>

BAB 3

METODOLOGI

²⁰ 3.1 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah adalah peninjauan pada pokok masalah untuk menentukan sejauh mana pembahasan masalah tersebut dilakukan setelah didapatkan gambaran umum atas kondisi di lapangan sebenarnya. Pada tahap ini akan dihasilkan permasalahan – permasalahan yang melatar belakangi Perencanaan Perkerasan Lentur Runway Bandar Udara Internasional Dhoho di Kediri.

²³ 3.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan cara mengumpulkan buku – buku maupun jurnal – jurnal yang berhubungan dengan studi, lalu diambil inti yang diperlukan dari buku – buku maupun jurnal – jurnal tersebut. Yang dapat diperoleh berupa studi literatur yang berhubungan dengan dasar – dasar perencanaan sebuah lapangan terbang, dan pengolahan data – data penunjang perencanaan.

⁷⁸ 3.3 Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer dan sekunder adalah data yang diperoleh dari Bandar Udara. Pengumpulan data sekunder dalam penyusunan tugas akhir ini antara lain :

a. Data Primer

1. Data Spesifikasi Bandara Internasional Dhoho Kediri

b. Data Sekunder

1. Data perkiraan umlah penumpang
2. Data pergerakan dan karakteristik pesawat terbang yang akan dilayani
3. Data CBR lokasi bandara

3.4 Tahap Informasi dan Data Cukup

Apabila data analisa yang ditunjang oleh beberapa study Pustaka sudah cukup digunakan, maka diteruskan ke tahapan berikutnya. Tetapi apabila belum cukup, maka kita akan melakukan tahap data selengkap mungkin, agar tahapan berikutnya tidak terjadi kesalahan.

3.5 Analisa Data

Data – data yang berhasil dikumpulkan akan dianalisa untuk merencanakan perkerasan lentur pada runway sehingga bisa digunakan sesuai ketentuan yang sudah ditetapkan.

3.6 Perkiraan Jumlah Penumpang Yang Akan Dilayani

Setelah melalui tahapan analisa jumlah penumpang dan pergerakan pesawat pada jam puncak, maka dilakukan perhitungan untuk rencana panjang runway yang dibutuhkan sesuai dengan kebutuhan pesawat rencana melalui peraturan – peraturan yang ada. Perencanaan panjang runway menggunakan metode ARFL yang disarankan ICAO.

3.7 Perencanaan Jumlah Pesawat dan Jenis Pesawat

Karakteristik utama dari pesawat terbang dinyatakan dalam ukuran, berat, kapasitas dan kebutuhan panjang landasan pacu. Berat pesawat terbang adalah hal penting untuk menentukan tebal perkerasan landasan pacu, dan berat pesawat juga berpengaruh terhadap kebutuhan – kebutuhan panjang landasan pacu yang akan digunakan untuk lepas landas dan pada saat pendaratan.

3.8 Perencanaan Tebal Perkerasan dan Panjang Runway

Tebal perkerasan direncanakan menggunakan metode FAA dengan data CBR tanah di daerah Kediri, di sekitar lokasi Bandar Udara Internasional Doho Kediri. Kemudian

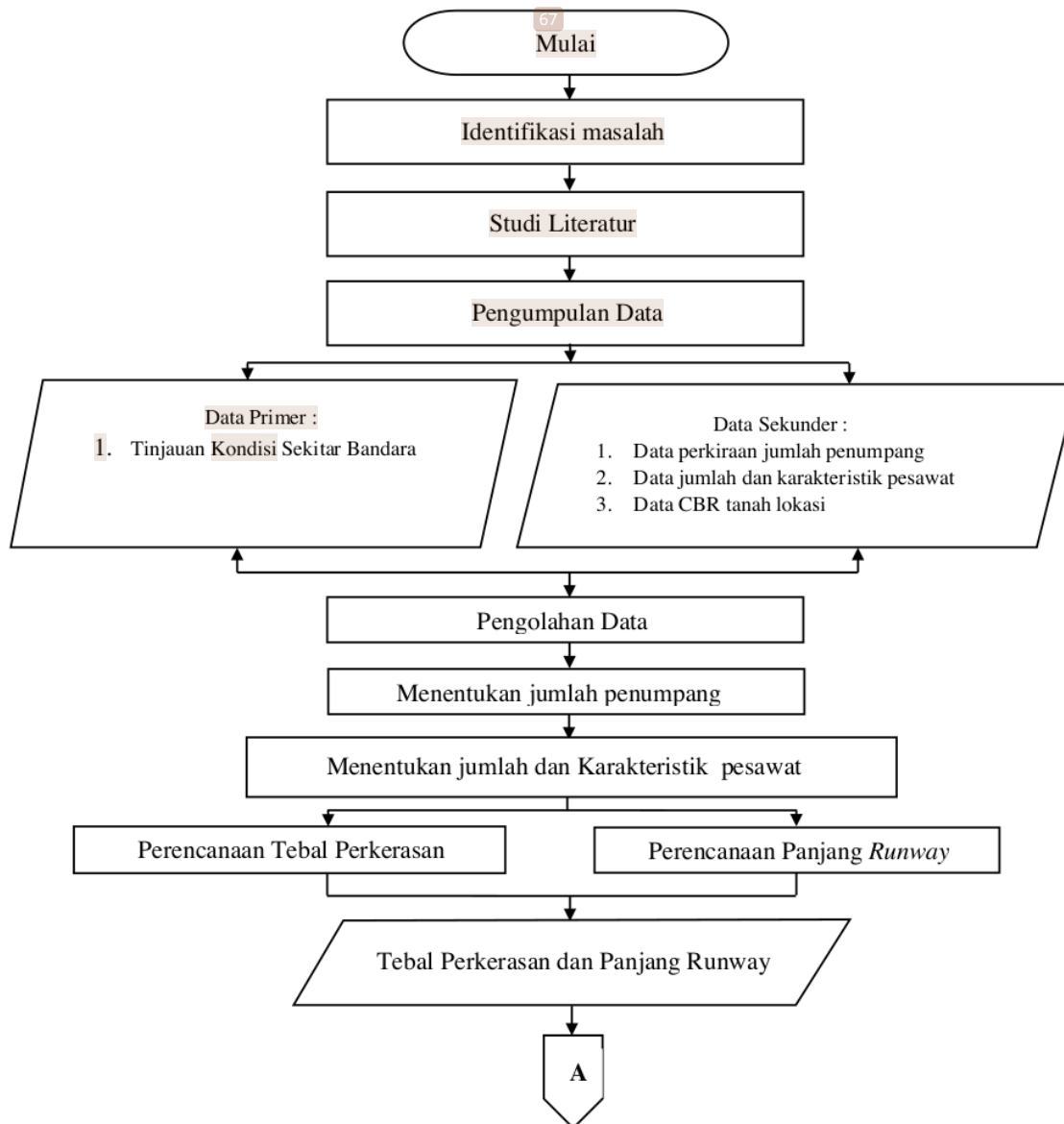
menentukan tebal masing – masing komponen perkerasan yang direncanakan dengan tabel dan grafik *Flexible Pavement Design Curves*.

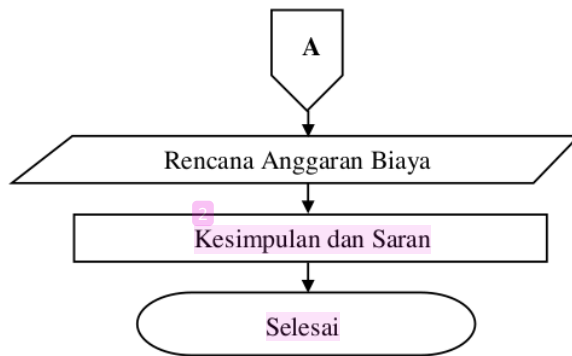
3.9 Rencana Anggaran Biaya Perencanaan Pengerasan Lentur Runway

Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada suatu pembangunan infrastruktur adalah perhitungan banyak nya biaya yang diperlukan untuk bahan, alat, dan upah, serta biaya – biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan proyek. Anggaran biaya merupakan harga dari bahan atau material alat, bahan, upah yang dihitung secara teliti dan cermat untuk anggaran biaya sesuai dengan HSPK Kota Kediri, karena letak proyek berada di Kota Kediri.

23
3.10 Diagram Alir Metode Perencanaan

Tahap – tahap pengerjaan tersebut digambarkan dalam diagram alir gambar 3.1.





Gambar 3.1 Diagram Alir

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tinjauan Kondisi Lokasi Sekitar Bandara

Bandar Udara Internasional Dhoho Kediri berada di wilayah administrasi Kecamatan Grogol, Kota Kediri, Provinsi Jawa Timur. Berjarak 12 kilometer barat laut Kota Kediri, atau 18 kilometer arah tenggara dari pusat kota Kabupaten Nganjuk, dan berjarak 130 kilometer barat daya Kota Surabaya. Pada lokasi pembangunan proyek bandara internasional dhoho kediri awalnya merupakan daerah kaki perbukitan dimana memiliki karakter tanah bebatuan atau tanah keras, oleh karena itu sebelum dilakukan pembangunan maka di lakukan beberapa cut and fill untuk mencari permukaan yang rata dan sesuai spesifikasi.

Berdasarkan kode referensi bandara terkait dengan panjang landasan, bentang sayap serta jarak sisi terluar roda pesawat yang akan di operasikan, klasifikasi landasan pacu Bandar Udara Internasional Dhoho Kediri termasuk dalam kode “4D”. Bandara ini mampu menampung jenis pesawat Boeing 777-300.

4.2 Data Jumlah Perkiraan Penumpang dan Perkiraan Jumlah Pesawat

Jumlah penumpang merupakan data yang sangat diperlukan berguna untuk memperkirakan jumlah penumpang pesawat terbang pada suatu bandara yang akan direncanakan pada masa yang akan datang. Data jumlah penumpang dan pergerakan pesawat bisa dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Jumlah Penumpang dan Pergerakan Pesawat

No	Uraian	Tahap I	Tahap II	Tahap III	Satuan
		2023	2043	2063	
1	Pergerakan Penumpang per tahun				

No	Uraian	Tahap I	Tahap II	Tahap III	Satuan
		2023	2043	2063	
	Tahunan	1,509,103	4,195,000	10,370,492	Penumpang
	a. Domestik	1,293,822	3,565,750	9,126,033	Penumpang
	b. Internasional	215,281	629,250	1,244,033	Penumpang
2	Pergerakan Pesawat Rata-Rata per Tahun				
	Narrow B737-900ER	9,024	35,197	55,943	Pesawat
	Turbo Prof ATR72-600	3,687	10,246	15,259	Pesawat
	B777-300ER	365	730	1,460	Pesawat
3	Kapasitas				
	a. Pesawat terbesar	B 737-900ER	B 777-300ER	B 777-300ER	
	b. Panjang Runway	3300 x 45	3300 x 45	3300 x 45	m
	c. Luas Terminal	18,244	46,500	70,000	m ²

Sumber : Rencana induk Bandar Udara Dhoho, 2019

4.3 Perkiraan Pergerakan dan Karakteristik Pesawat Yang Akan Dilayani

Banyaknya pergerakan pesawat atau volume lalu lintas pada tahap I hingga tahap II akan mempengaruhi besarnya tebal perkerasan. Pergerakan pesawat pada tabel di atas merupakan pergerakan pesawat rata-rata per tahun. Pergerakan pesawat narrow body B737-900ER dan sejenisnya, Wide body B777-300ER dan sejenis Turbo propeller ATR72-600 series. (R.Haryo Triharso ; Ervina Ahyudanari, 2015)

Karakteristik utama dari pesawat terbang dinyatakan dalam ukuran, berat, kapasitas dan kebutuhan panjang landasan pacu. Berat pesawat terbang adalah hal penting untuk menentukan tebal perkerasan landasan pacu, dan berat pesawat juga berpengaruh terhadap kebutuhan – kebutuhan panjang landasan pacu yang akan digunakan untuk lepas landas

dan pada saat pendaratan. Berikut ¹ pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 beberapa jenis klasifikasi pesawat yang akan dilayani:

Tabel 4.2 Pergerakan Pesawat

Tahap	Pesawat Terbesar
Tahap I	B737-900ERantisipasi masuk B777-300ER
Tahap II	B777-300ER
Tahap III	B777-300ER

Sumber : Rencana Induk Bandar Udara Dhoho, 2019

Berat pesawat rencana yang dilayani adalah jenis pesawat yang terbesar.

Tabel 4.3 Berat Pesawat Rencana ⁷⁴

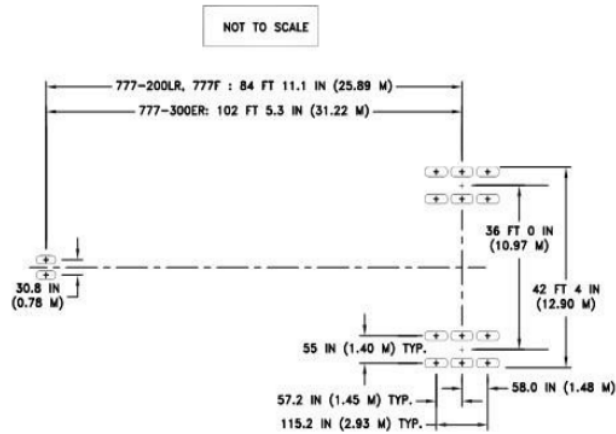
No	Code	Jenis Pesawat	MTOW (Kg)
1	4E	B777-300ER	352.442
2	4C	B737-900ER	85.336
3	3C	ATR 72	23.000

Sumber : Rencana Induk Bandar Udara Dhoho, 2019

Beban yang dijadikan rencana, terdistribusi kedalam konfigurasi roda pesawat, sebagaimana sebagai berikut.

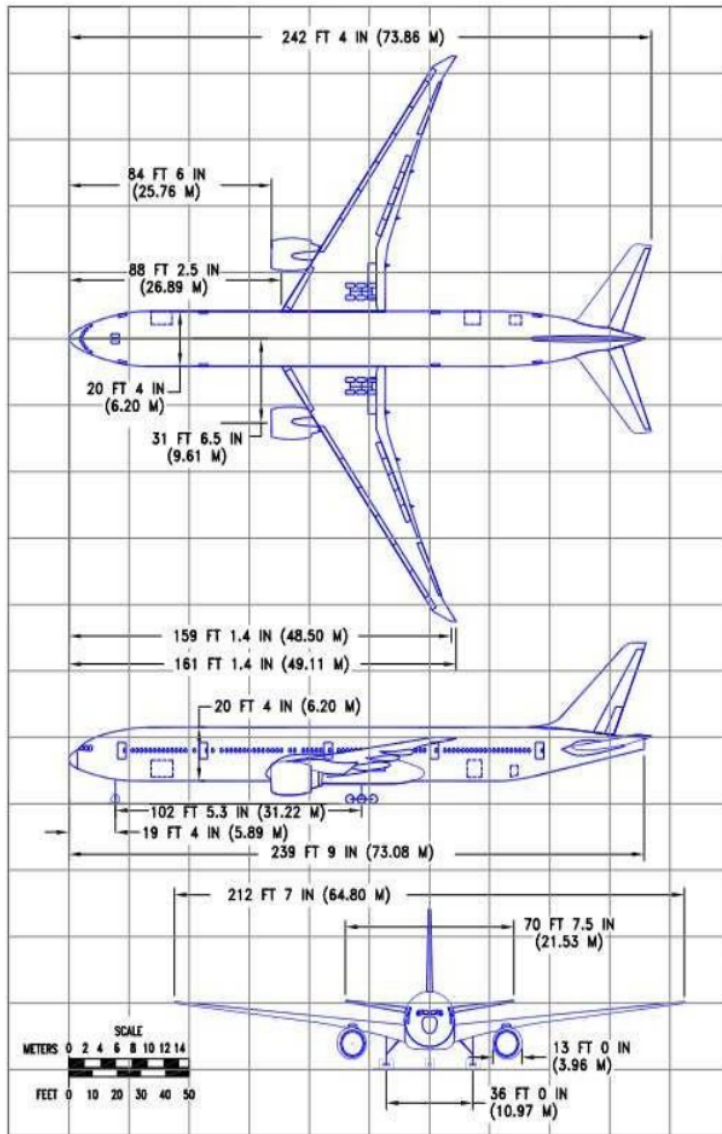
a. BOEING 777-300 ER

Boeing 777-300er adalah sebuah pesawat penumpang sipil berbadan lebar bermesin ganda jarak jauh yang dibuat oleh Boeing Commercial Airplanes. Dapat mengangkut antara 314 - 451 penumpang dan memiliki jangkauan dari 9.695 sampai 17.372 km (5.235 sampai 9.380 nautikal mil).



	UNITS	777-200LR	777F	777-300ER
MAXIMUM DESIGN	LB	768,000	768,800	777,000
TAXI WEIGHT	KG	348,358	348,722	352,441
PERCENT OF WT ON MAIN GEAR		SEE SECTION 7.4		
NOSE GEAR TIRE SIZE	IN.	43 X 17.5 R.17, 32 PR		
NOSE GEAR	PSI	218		218
TIRE PRESSURE	KG/CM ²	15.3		15.3
MAIN GEAR TIRE SIZE	IN.	52 X 21 R.22, 36 PR		
MAIN GEAR	PSI	218		221
TIRE PRESSURE	KG/CM ²	15.3		15.5

Gambar 4.1 Konfigurasi Main Gear Boeing B 777-300 ER



Gambar 4.2 Dimensi Pesawat B 777-300ER



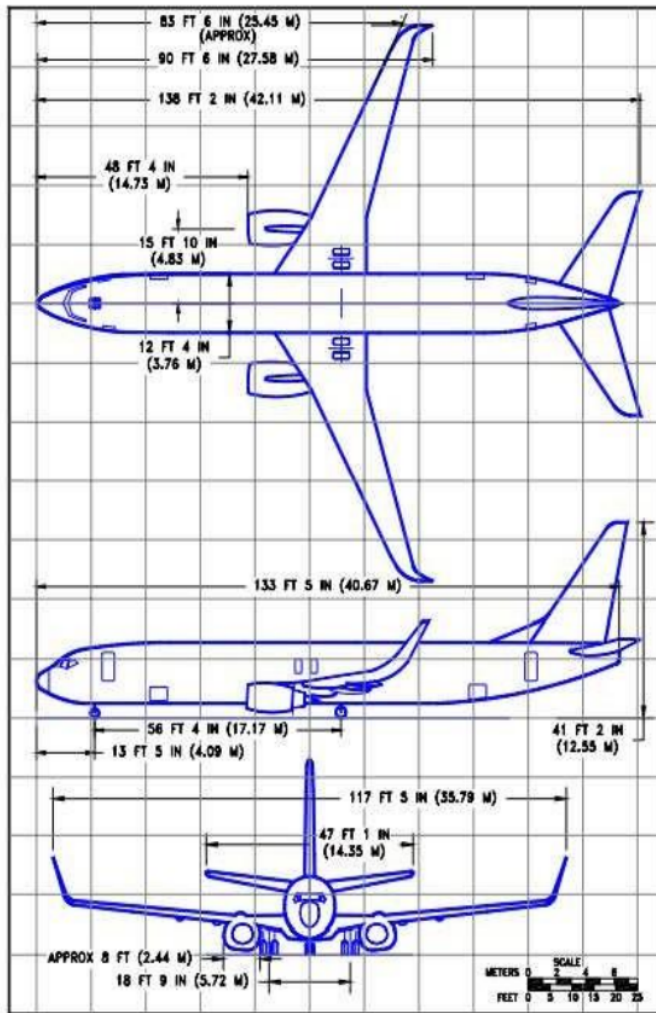
Gambar 4.3 Pesawat B 777-300ER

b. Boeing 737-900 ER

Boeing 737-900ER adalah jenis pesawat komersial berbadan sempit dengan mesin ganda (twin jet) yang diproduksi oleh Pabrik Boeing di Seattle, Amerika Serikat. Awalnya pesawat ini merupakan pengembangan versi murah dari Boeing 707 dan 727 dengan kapasitas yang lebih sedikit dan berjarak pendek. Berikut Gambar 4.4 spesifikasinya .

CHARACTERISTICS	UNITS	MODEL 737-900ER, -900ER WITH WINGLETS		
MAX DESIGN TAXI WEIGHT	POUNDS	164,500		188,200
	KILOGRAMS	74,616		85,366
MAX DESIGN TAKEOFF WEIGHT	POUNDS	164,000		187,700
	KILOGRAMS	74,389		85,139
MAX DESIGN LANDING WEIGHT	POUNDS	146,300		157,300
	KILOGRAMS	66,361		71,350
MAX DESIGN ZERO FUEL WEIGHT	POUNDS	138,300		149,300
	KILOGRAMS	62,732		67,721
OPERATING EMPTY WEIGHT (1)	POUNDS	98,495		98,495
	KILOGRAMS	44,676		44,676
MAX STRUCTURAL PAYLOAD	POUNDS	39,308		50,805
	KILOGRAMS	17,830		23,045
SEATING CAPACITY (1)	TWO-CLASS	177		177
	ALL-ECONOMY	186 WITH MID EXIT DOOR, 215: FAA EXIT LIMIT		
AUXILIARY FUEL OPTIONS	SEE NOTES	(2)	(3)	(4)
MAX CARGO - LOWER DECK	CUBIC FEET	1,826	1,763	1,585
	CUBIC METERS	51.7	40.9	44.9
USABLE FUEL	US GALLONS	6,875	7,395	7,387
	LITERS	26,022	27,990	29,663
	POUNDS	46,063	49,547	52,508
	KILOGRAMS	20,894	22,474	23,817

Gambar 4.4 Spesifikasi Pesawat B 737-900ER



Gambar 4.5 Dimensi Pesawat B 737-900ER



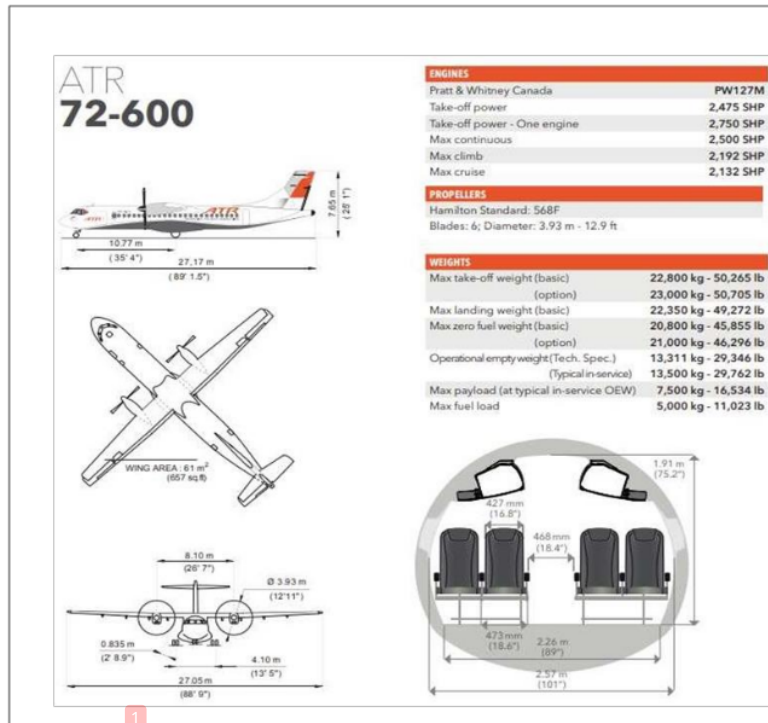
Gambar 4.6 Pesawat Boeing B 737-900ER

c. **ATR 72**

ATR 72 merupakan pesawat berbadan kecil dengan jarak tempuh relatif pendek bermesin *Twin-TurboProp* yang di produksi oleh Perusahaan asal Prancis-Italia ATR. Pesawat ini berkapasitas sebanyak 78 penumpang, dengan konfigurasi kelas Tunggal dan dioperasikan oleh dua kru penerbang. Berikut Gambar 4.7 spesifikasi pesawat ATR 72.

Spesifikasi :

Maximum Take Off Weight	23.000 kg
Maximum Landing Weight	22.350 kg
Maximum zero fuel weight	21.000kg
Operation empty weight	13.500 kg
Maximum payload	7.500 kg
Maximum fuel load	5.000 kg



Gambar 4.7 Spesifikasi Pesawat ATR 72 - 600



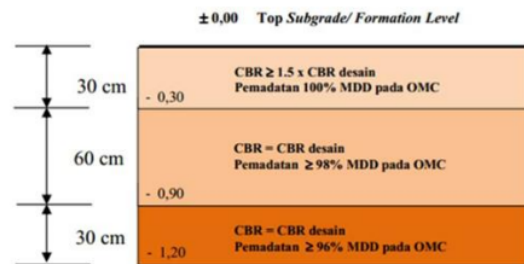
Gambar 4.8 Pesawat ATR 72 – 600

4.4 Umur Rencana

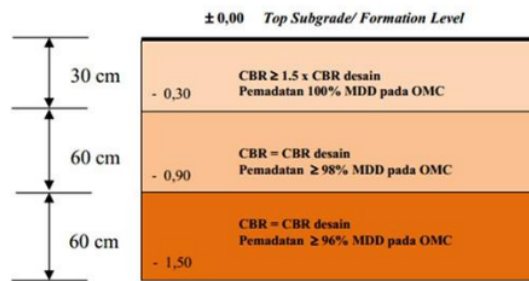
Dari hasil prakiraan lalu lintas angkutan udara dapat diprediksi pengembangan yang akan terjadi di bandar udara tersebut untuk periode beberapa tahun kedepan. Didalam diskusi dengan Direktorat Bandar Udara pada tanggal 22 Maret 2021 telah ditetapkan umur rencana untuk perkerasan *flexible* adalah 20 (dua puluh) tahun.

4.5 Nilai CBR Subgrade

Tanah dasar atau tanah timbunan yang berada di bawah struktur perkerasan (subgrade) harus dipadatkan sampai mencapai nilai 6% dengan tebal minimum 150 cm sesuai dengan Spesifikasi Teknis Pekerjaan Fasilitas Sisi Udara, KP 14 Tahun 2021. Seperti Gambar 4.9 berikut.



Gambar 4.10 Kriteria Pemadatan Sugrade untuk Code Letter C



Gambar 4.9 Kriteria Pemadatan Subgrade untuk Code Letter D, E dan F

4.6 Pengerasan runway (Flexible Pavement)

4.6.1 Menentukan Pergerakan Pesawat

Perhitungan tebal perkerasan mengacu pada FAA (Federal Aviation Administration) merupakan Lembaga pemerintah Amerika Serikat yang bertugas untuk mengatur segala macam hal yang berhubungan dengan penerbangan dan navigasi di Amerika FAA mengeluarkan peraturan perhitungan desain landasan pacu bandar udara yaitu: Advisory Circular (AC) No.150-5320-6D yang disebut dengan cara manual dan Advisory Circular (AC) 150-5320-6F yang menggunakan software FAARFIELD (Federal Aviation Administration Rigid and Flexible Iterative Elastic Layered Design).(Kekuatan Pengerasan Runway et al., n.d.)

Perbedaan mendasar dari kedua peraturan ini adalah pada metode Advisory Circular (AC) No.15-5320-6D penentuan tebal perkerasan mengacu pada karakteristik pesawat perencanaan dengan menggunakan grafik tebal perkerasan landasan pacu, sedangkan metode Advisory Circular (AC) No.150-5320-6F dapat menentukan tebal perkerasan pada semua jenis pesawat dengan menggunakan software FAARFIELD.

4.6.2 Lapisan Perkerasan Flexible

Pada perkerasan lentur (Flexible Pavement), lapisan perkerasannya terdiri :

- (1) Lapisan Permukaan (Surface)
- (2) Lapisan Base Course;
- (3) Lapisan Sub Base course

Perkerasan lentur terdiri dari lapisan permukaan hot mix di atas lapisan pondasi (Base Course). Keseluruhan susunan struktur tersebut sepenuhnya didukung oleh tanah dasar (Subgrade).

a. Lapisan Campuran Aspal Panas (*Hot Mix Asphalt*)

Lapisan permukaan campuran aspal panas atau lapis aus (*wearing course*) harus mencegah masuknya air ke lapis pondasi, menyediakan lapisan yang rata, terikat-benar bebas dari partikel yang membahayakan pesawat atau manusia, menahan tegangan akibat beban roda pesawat dan tidak menyebabkan ban aus, menghasilkan permukaan yang bertekstur seragam, memiliki stabilitas dan durabilitas maksimum.

b. Lapisan Pondasi (*Base Course*)

Lapisan Pondasi (*Base Course*) merupakan komponen struktur penting pada suatu perkerasan lentur. Lapisan ini memiliki fungsi utama dalam menyebarkan beban roda pada lapisan perkerasan di bawahnya, yakni lapisan pondasi bawah (*Subbase Course*) dan lapisan dasar perkerasan (*Subgrade*). Lapisan pondasi ini harus memiliki kualitas dan tebal yang cukup untuk mencegah tanah dari keruntuhan. Kualitas lapisan pondasi bergantung pada komposisi, sifat fisik dan pemadatan. Spesifikasi terkait dengan komponen, gradasi, control manipulasi dan persiapan berbagai material pondasi yang digunakan di bandara untuk beban 30.000 lbs (13.608 kg) atau lebih sebagai berikut :

Item P-208 – Aggregate Base Course

- (1) *Item P-209 – Crushed Aggregate Base Course*
- (2) *Item P-304 – Cement Treated Base Course*
- (3) *Item P-401 – Plant Mix Bituminous Pavements*

Penggunaan jenis P-208, sebagai material pondasi terbatas untuk perkerasan yang didesain untuk beban kotor ≤ 60.000 lbs (27.216 kg). Jika jenis P-208 digunakan sebagai lapis pondasi, tebal minimum lapisan campuran aspal panas harus dinaikkan menjadi 5 in (127 mm).

Penggunaan jenis P-209, sebagai material pondasi terbatas untuk perkerasan yang didesain untuk beban kotor ≤ 100.000 lbs (45.359 kg).

Berdasarkan komposisinya, material-material tersebut dibagi menjadi 2 tipe lapisan pondasi, dengan stabilisasi (P-304, P-401) dan tanpa stabilisasi (P-208, P-209). (Dasa Putra, n.d.)

c. Lapisan Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

Lapisan ini termasuk dalam bagian struktur perkerasan lentur, kecuali pada tanah dasar yang memiliki $CBR \geq 25\%$. Fungsi lapisan pondasi bawah ini mirip dengan lapisan pondasi (base course). Namun demikian, mengingat posisi yang jauh dari permukaan dan dengan intensitas beban yang lebih ringan, persyaratan material tidak seketat lapisan pondasi. Spesifikasi terkait dengan kualitas komponen, gradasi, kontrol dan persiapan dari berbagai tipe lapisan pondasi bawah yang digunakan pada bandara untuk beban rencana ≥ 30.000 lbs (13.608 kg) adalah sebagai berikut:

- (1) *Item P-154 – Subbase Course*
- (2) *Item P-213 – Sand Clay Base Course*
- (3) *Item P-301 – Soil Cement Base Course*

Penggunaan jenis P-213 dan P-301 sebagai lapisan pondasi bawah tidak direkomendasikan jika ada antisipasi penetrasi air ke lapisan tersebut. Semua material yang cocok digunakan sebagai lapis pondasi dapat digunakan juga sebagai lapis pondasi bawah jika secara ekonomi dan kepraktisan diminta.

d. Lapisan Subgrade

Lapis Subgrade mendapat tegangan paling kecil dibanding lapisan permukaan, pondasi dan pondasi bawah. Tegangan di lapis subgrade dikontrol pada bagian atas subgrade, kecuali jika ada kondisi tak biasa. Kondisi tidak biasa tersebut seperti adanya tanah dasar berlapis atau jika memiliki kadar air dengan variasi mencolok dapat menggeser posisi titik kontrol tegangan. Kemampuan partikel tanah untuk menahan regangan dan penurunan bervariasi menurut kepadatan dan kadar air.

Untuk material subbase dan base course terkadang memerlukan stabilisasi untuk mendapatkan lapisan yang lebih baik, nilai ekivalensinya adalah nilai yang tercantum dalam Tabel 4.4 dibawah.

Tabel 4.4 Faktor Ekivalen Untuk *Sub Base Course*

Material	Faktor Ekivalen
Bituminous Surface Course	1,7 - 2,3
Bituminous Base Course	1,7 - 2,3
Cold Laid Bituminous Surface Course	1,5 - 1,7
Mix in-place Base Course	1,5 - 1,7
Cement Treated Base Course	1,6 - 2,3
Soil Cement Base Course	1,5 - 2,0
Crushed Aggregate Base Course	1,4 - 2,0
Gravel Sub Base Course	1

Sumber: *Aerodrome Design Manual Part 3 Pavements*

Tabel 4.5 Faktor Ekuivalen Untuk *Base Course*

Material	Faktor Ekuivalen
Bituminous Surface Course	1,2 - 1,6
Bituminous Base Course	1,2 - 1,6
Cold Laid Bituminous Surface Course	1,0 - 1,2
Mix in-place Base Course	1,0 - 1,2
Cement Treated Base Course	1,2 - 1,6
Soil Cement Base Course	N/A
Crushed Aggregate Base Course	1
Gravel Sub Base Course	N/A

Sumber: *Aerodrome Design Manual Part 3 Pavements*

4.7 ¹ Menentukan Pesawat Rencana

Mengacu pada jenis pesawat yang akan dioperasikan di bandar udara Dhoho yaitu jenis pesawat 4E, maka perhitungan yang dilakukan mengacu kepada jenis pesawat yang memiliki kemungkinan beban terberat, untuk itu digunakan jenis pesawat Boeing sejenis B777-300ER sebagai dasar perhitungan. Berikut perencanaan untuk pesawat rencana jenis Boeing B777-300ER.

4.7.1 ³⁴ Menghitung ⁹ Beban Roda Pesawat Rencana (W_1)

Beban roda dihitung dengan asumsi 95% beban ditumpu oleh roda pendaratan utama. Double Dual Tandem gear mempunyai roda sebanyak 12 buah, maka tiap roda kn menerima beban sebesar :

$$\begin{aligned}
 W_1 &= \frac{1}{n} \times 0,95 \times MTOW (B777 - 300er) \\
 &= \frac{1}{12} \times 0,95 \times 351.535 \text{ (dari data karakteristik pesawat)} \\
 &= \mathbf{27829,85 \text{ kg}}
 \end{aligned}$$

Jadi nilai Wheel Load untuk pesawat rencana (W_1) adalah sebesar 27829,85 kg.

4.7.2 Menghitung Beban Roda Pesawat Yang Akan Diubah (W_2)

Pesawat Boeing 737-900ER

$$\begin{aligned}
 W_2 &= \frac{1}{n} \times 0,95 \times MTOW (B737 - 900er) \\
 &= \frac{1}{4} \times 0,95 \times 85.139 \\
 &= \mathbf{20220,51 \text{ kg}}
 \end{aligned}$$

4.7.3 Menghitung Keberangkatan Ekuivalen oleh Pesawat Rencana (R_1)

Diketahui dari tabel 4.5 bahwa nilai $R_2 = 9024$

$$\begin{aligned}
 \log R_1 &= \log R_2 \times \left(\frac{W_2}{W_1} \right)^{1/2} \\
 &= \log 9024 \times \left(\frac{20220,51}{27829,85} \right)^{1/2} \\
 &= 3,3715 \\
 \mathbf{R_1} &= \mathbf{2352}
 \end{aligned}$$

Jadi *equivalent annual departure* pesawat rencana (R_1) sebesar **2352**

4.8 Analisa Panjang Landasan Pacu (*runway*)

Pada tahap ini pesawat rencana terbesar yang digunakan adalah jenis boeing 777-300 ER dengan rute penerbangan terjauh ke Jakarta, maka dapat diperhitungkan berdasarkan data-data berikut ini :

1. Rute terjauh = Jakarta

- | | | |
|----|-----------------------|------------------|
| 2. | Bandar udara asal | = Dhoho Kediri |
| 3. | Temperature referensi | = 30°C |
| 4. | <i>Slope</i> | = 0,20 % |
| 5. | Elevasi bandara | = 67 m |
| 6. | Bandar udara tujuan | = Soekarno Hatta |
| 7. | Kediri – Jakarta | = 810 km |
| 8. | Bandara alternatif | = Halim |

4.9 Pesawat Rencana Boeing 777-300ER

4.9.1 Perhitungan *Take Off Leght*

Pada tahap ini dengan pesawat rencana terbesar yaitu jenis Boeing 777-300ER, maka panjang landasan ditentukan dari rute terjuah yaitu Dhoho Kediri – Soekarno Hatta. Berdasarkan data spesifikasi pesawat boeing 777 maka panjang landasan yang di butuhkan untuk melakukan *take off* pada ISA dan kondisi *maximum take-off weight* sebesar 351.535 kg adalah sebesar 3.018 m.

4.9.2 Perhitungan Faktor Koreksi

Panjang landasan yang telah diperoleh dari hasil perhitungn harus dikalikan oleh suatu faktor koreksi untuk mengantisipasi adanya pengaruh ketinggian (elevasi), temperatur dan kemiringan landasan.

4.9.3 Faktor Koreksi Akibat Pengaruh Elevasi

Faktor koreksi akibat pengaruh elevasi. Panjang runway akan bertambah 7 % setiap kenaikan elevasi per 300 m dari mean sea level.

$$FE = [1 + (0,07 \times E)]$$

$$FE = [1 + (0,07 \times (67/300))]$$

$$FE = 1,016 \text{ meter}$$

4.9.4 Faktor koreksi akibat pengaruh elevasi dan temperature

Panjang runway akan bertambah 1 % untuk kenaikan temperatur sebesar 1C dari Airport reference Temperature (ART). Setiap kenaikan 1000 m dari elevasi muk air laut, maka peratur akan turun 6,5 C.

$$FT = [1 + (0,01 \times (T - (15 - (0,0065 \times E))))]$$

$$FT = [1 + (0,01 \times (30 - (15 - (0,0065 \times 25))))]$$

$$FT = 1,15 \text{ meter}$$

4.9.5 Faktor koreksi akibat pengaruh slope landasan

Setiap perbedaan slope sebesar 1% akan mempengaruhi panjang landasan 10%

$$FG = [1 + (0,1 \times G)]$$

$$FG = [1 + (0,1 \times 0,20)]$$

$$FG = 1,020 \text{ meter}$$

Sehingga panjang runway aktual yang diperlukan untuk take-off adalah: Actual runway field length =Take-off distance x FE x FT x FG

$$\text{actual runway field length} = 3.018 \times 1,016 \times 1,15 \times 1,020$$

$$\text{actual runway field length} = 3.596,75 \text{ dibulatkan } 3.600 \text{ m.}$$

4.10 Lebar Runway

Tabel 4.6 Aerodrome Reference Code (ARC)

Aerodrome Code Number	Reference Field Length (m)	Aerodrome Code Letter	Wingspan (m)	Outer Main Gear Wheel Span (m)
1	< 800	A	<15	<4.5
2	800-<1200	B	15-<24	4.5-<6
3	1200-<1800	C	24-<36	6-<9
4		D	36-<52	9-<14
5		E	52-<65	9-<14

Tabel 4.7 Lebar Runway Berdasarkan Kode Runway menurut ICAO

Code Number	Code Letter					
	A	B	C	D	E	F
1	18m	18 m	23 m	-	-	-
2	23 m	23 m	30 m	-	-	-
3	30 m		30 m	45 m	-	-
4			45 m	45 m	45 m	60 m

Dari pesawat rencana terbesar yang akan digunakan berjenis Boeing 777-300er dapat diketahui bahwa code letter dari lebar runway mengacu pada tabel ICAO diatas yaitu code letter D dengan Lebar 45 m

Catatan: Untuk pesawat dengan kode huruf D dan E harus disediakan bahu yang simetris di kiri dan kanan serta lebar keseluruhan minimal 60 m.

Sumber: Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara (Horonjeff, 2010)

4.11 Perencanaan Tebal Perkerasan Runway

Perencanaan pekererasan *runway* menggunakan perkerasan lentur (*flexible pavement*), dikarenakan tingkat kenyamanan dan keaamanan saat lepas landas (*take off*) dan medarat (*landing*) lebih baik daripada perkerasan rigid. (Sumber : TA Alumni 2015).

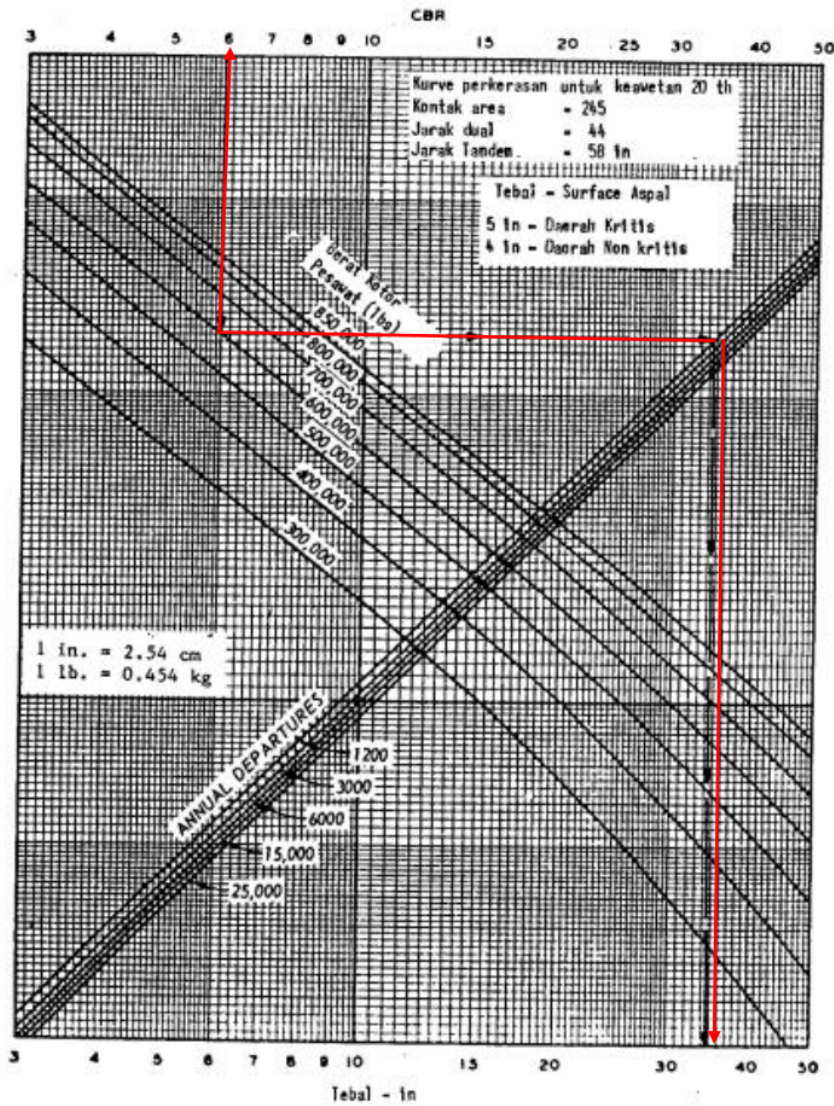
Untuk menentukan nilai tebal perkerasan lentur *runway*, diperlukan data sebagai berikut :

- CBR Subgrade 6% (Sumber : Data Sekunder Proyek Bandara Dhoho Kediri)
- CBR Subbase 30%
- *Equivalent Annual Departure* = 2352
- MTOW (*Maximum Take Off Weight*) pesawat rencana Boeing 777-300ER yaitu 351.535 kg.

1. Perhitungan Tebal Total Perkerasan

Berdasarkan grafik kurva rencana perkerasan *flexible* untuk *Dual Tandem Gear* dengan berat pesawat rencana B777-300ER sama dengan B747 pada gambar 4.10 dengan nilai *Equivalent Annual Departure* 2352, dengan CBR *subgrade* 6%

dan MTOW = 351.535 kg maka didapat tebal total perkerasan = 37 **inchi** = 93,98 cm dibulatkan menjadi 94 cm



Gambar 4.10 Grafik Menentukan Total Tebal Perkerasan Lentur

2. Tebal Lapis Permukaan (*surface*)

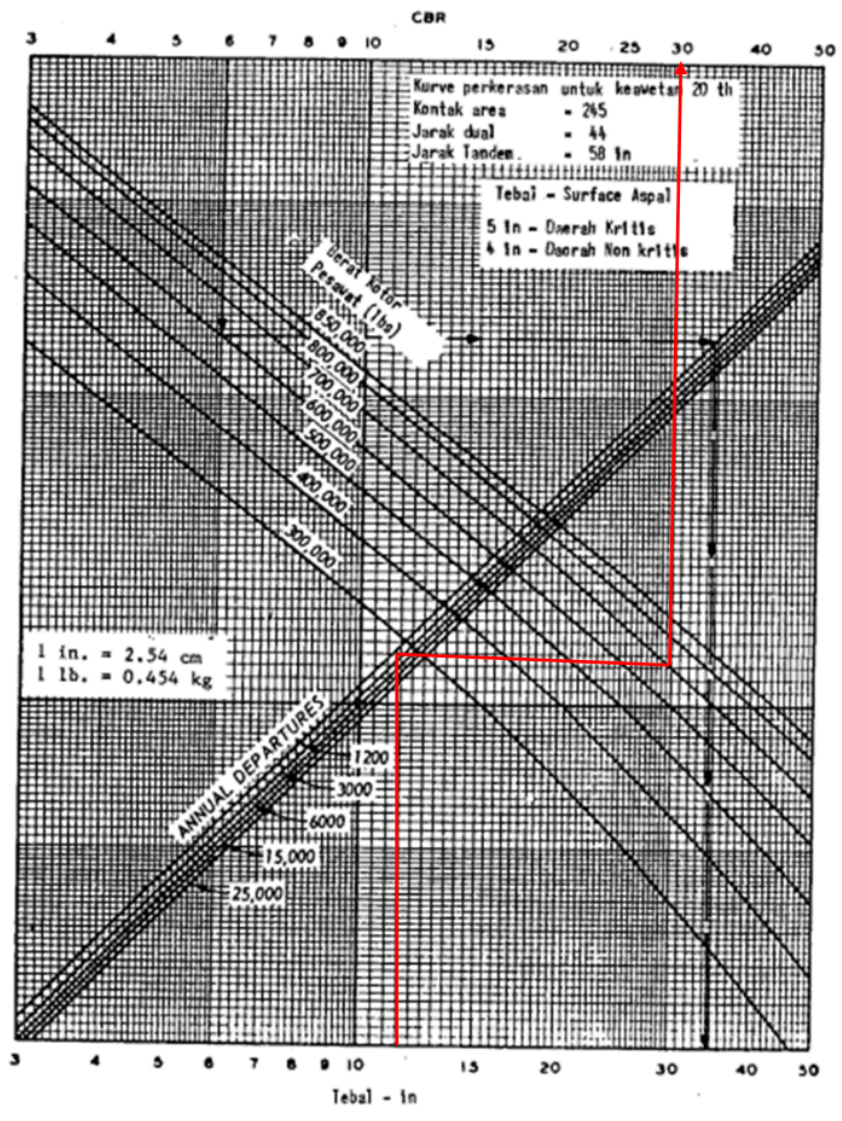
Didapat dari grafik kurva rencana perkerasan fleksible Gambar 4.10, tertulis bahwa tebal lapisan *surface* untuk daerah kritis = 5 inchi sedangkan untuk daerah non kritis = 4 inchi. Untuk perencanaan ini diambil yang terbesar yaitu **5 inchi** = 12,7 cm dibulatkan 13 cm.

3. Tebal *Subbase Course* (Lapis Pondasi Bawah)

Dengan menggunakan grafik pada Gambar 4.11. dengan CBR Subbase 30%, MTOW = 351.535 kg dan *Equivalent Annual Departure* 2352, didapatkan tebal perkerasan = 13 inchi. Maka tebal *Subbase* = 37 – 13 inchi = **24 inchi** = 60,96 cm dibulatkan 61 cm.

4. Tebal Base Course (Lapis Pondasi Atas)

Tebal *base course* = 13 – 5 inchi = 8 inchi = 20,32 cm dibulatkan 21 cm. Tebal yang diperoleh harus diuji apakah memenuhi syarat dan layak terhadap ketebalan minimum lapis pondasi atas. Tebal *base course* minimum dapat diperoleh dari grafik tebal base course minimum pada Gambar 4.12. Dengan tebal total perkerasan 37 inchi dan CBR *subgrade* 6% didapat **tebal minimum base course = 12 inchi** = 30,48 cm dibulatkan 31 cm. Maka tebal *base course* yang di pakai adalah tebal minimum



Gambar 4.11 Grafik Menentukan Tebal Subbase Course

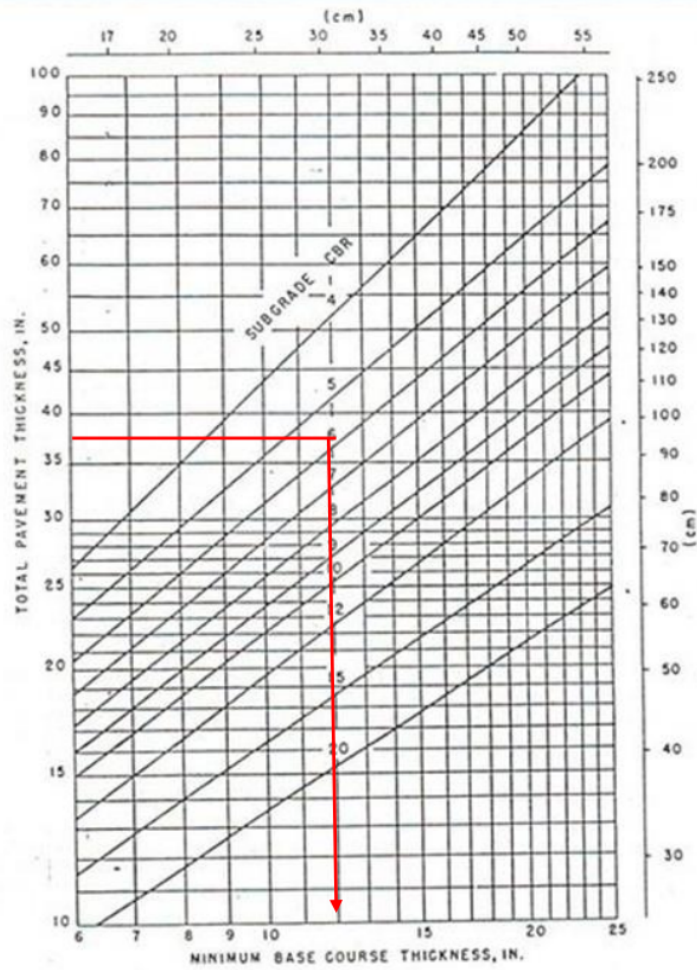


Figure 4-45. Minimum base course thickness requirements

Gambar 4.12 Grafik Tebal *Base Course* Minimum

Selisih tebal *base course* = 31-21 cm = 10 cm tidak ditambahkan pada tebal total perkerasan, tetapi diambil dari tebal *subbase*. Maka Tebal *subbase* menjadi = 61 – 10 cm = 51 cm

Hasil akhir perhitungan tebal perkerasannya kurva perencanaan tebal perkerasan dapat dilihat pada Tabel 4.8 berikut ini :

Tabel 4.8 Hasil Akhir Tebal Perkerasan *Flexible Runway* Metode FAA

Lapis Perkerasan	Komponen Perkerasan	Tebal Perkerasan (cm)
<i>Surface</i>	Aspal	13
<i>Base Course</i>	Kerikil dan Aspal	31
<i>Subbase Course</i>	Pasir dan Batu	61
Total Perkerasan		105

Sumber : Hasil Perhitungan

4.12 Menghitung Tebal Perkerasan Lentur Dengan Bantuan Aplikasi FARRFIELD dan COMFAA

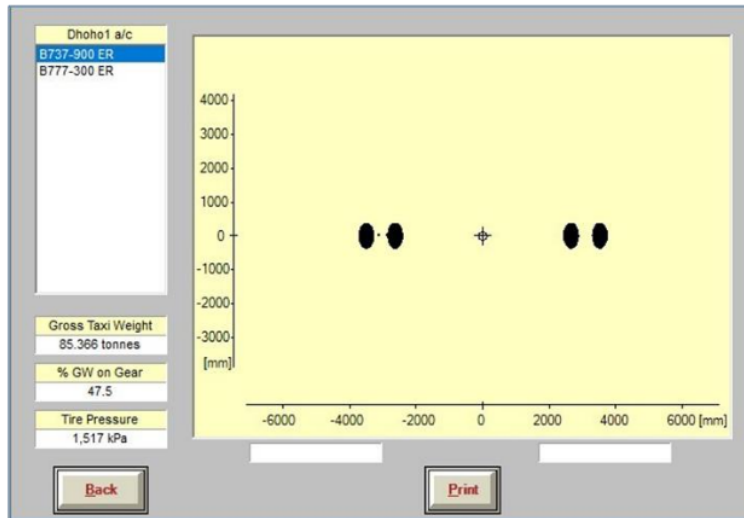
Tahap I:

Pesawat yang dijadikan dasar didalam perencanaan ini terdiri dari berbagai macam jenis pesawat dengan berbagai karakteristik yang berbeda, namun untuk memudahkan perencanaan digunakan parameter parameter perencanaan yang terbesar, dari beberapa karakteristik pesawat Boeing B777 dibawah ini, maka yang dijadikan dasar perencanaan adalah pesawat Boeing B777-300ER dengan beberapa karakteristik sebagai berikut:

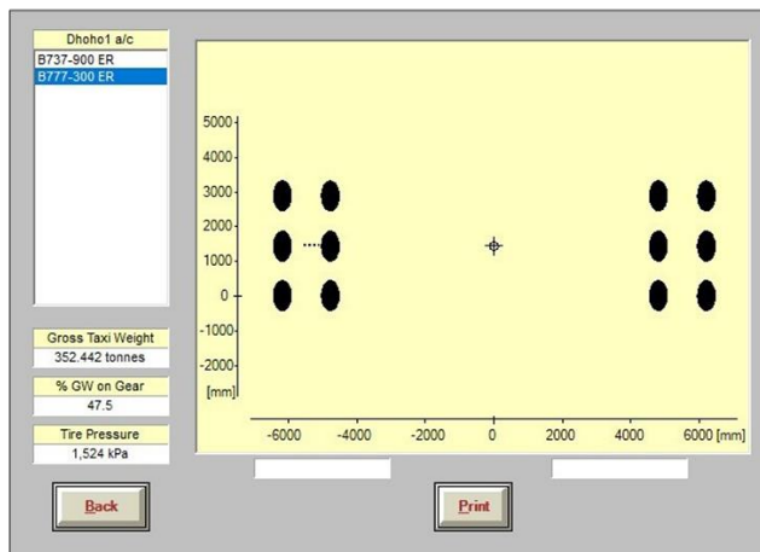
Max Design taxi Weight	352,442 kg
Max Design Take Off Weight	351,535 kg
Max Design Landing Weight	251,290 kg
Max Design Zero Fuel Weight	237,683 kg
Operating Empty Weight	167,829 kg
Max Structural Payload	69,853 kg

Tahap I:

CBR Subgrade	=	6%
Umur Rencana	=	20 Tahun
Pesawat terbesar	=	B777 - 300ER
Annual departure	=	13.076



Gambar 4.13 Konfigurasi Sumbu Pesawat B737-900ER



Gambar 4.14 Konfigurasi Sumbu Pesawat B777-300ER

Airplane Name (3)	Gross Taxi Weight (tns)	Annual Departures	% Annual Growth	De
B737-900 ER	85.366	9.024	0.00	18
B777-300 ER	352.442	365	0.00	7
D-50	23.000	3,687	0.00	7

Gambar 4.15 Data Pergerakan Pesawat Tahap 1

Layer Material	Thickness (mm)	Modulus or R (MPa)
P-401/ P-403 HMA Surface	125.0	1,378.95
P-401/ P-403 St (flex)	175.0	2,757.90
P-209 Cr Ag	150.0	367.37
P-154 UnCr Ag	577.9	129.85
Subgrade	CBR = 6.0	62.05

N = 5; Sublayers; Subgrade CDF = 1.00; t = 1,027.9 mm

Gambar 4.16 Output Lapisan Perkerasan Tahap I

Berdasarkan hasil dari perhitungan menggunakan program FAARFIELD didapatkan struktur perkerasan yaitu :

- Lapis *Surface HMA* 125.0 mm
- Lapis *Stabilized (flexible)* 175.0 mm
- Lapis *Base Course* 150.0 mm

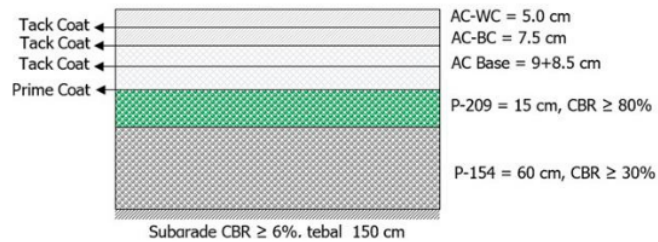
- o Lapis Sub Base Course 577.9 mm

Tebal Minimum Material Perkerasan

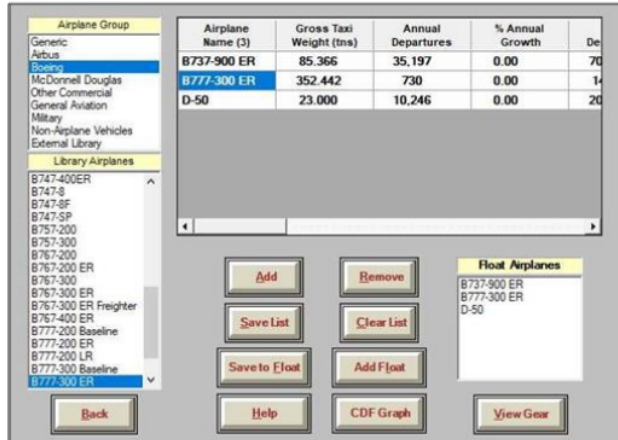
FAA mensyaratkan tebal minimum untuk jenis struktur perkerasan pada Tabel 4.9 berikut :

Table 4.9 Ketentuan Tebal Perkerasan Minimum

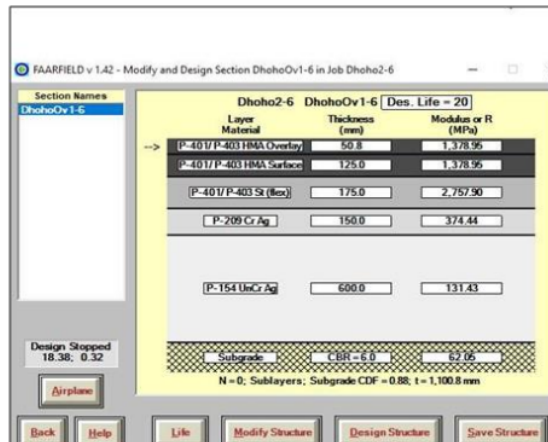
Layer Type	FAA Specification Item	Maximum Airplane Gross Weight Operating on Pavement, lbs (kg)		
		< 12,500 (5 670)	< 100,000 (45 360)	100,000 (45 360)
HMA Surface ^{1,2,3}	P-401, Hot Mix Asphalt (HMA) Pavements	3 in (75 mm)	4 in (100 mm)	4 in (100 mm)
Stabilized Base	P-401 or P-403; p.304; P-306'	Not Required	Not Required	5 in.(125 mm)
Crushed Aggregate Base ^{5,6}	P-209, Crushed Aggregate Base Course	3 in.(75 mm)	6 in.(150 mm)	6 in.(150 mm)
Aggregate Base ^{5,7}	P-208, Aggregate Base Course	3 in.(75 mm)	Not Used	Not Used
Subbase ^{5,8}	P-154, Subbase Course	4 in.(100 mm)	4 in.(100 mm)	4 in.(100 mm) (if required)



Tahap II:



Gambar 4.17 Pergerakan Pesawat Tahap II



Gambar 4.18 Gambar Output Lapisan Perkerasan Tahap II

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari perhitungan dengan program FAARFIELD didapat struktur perkerasan yaitu:

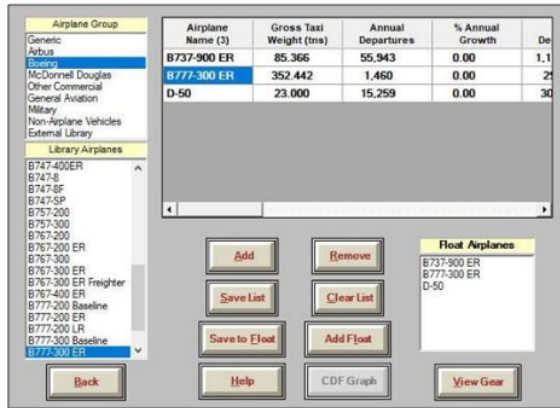
- o Lapis Overlay HMA 50.8 mm

- Lapis *Surface HMA* 125.0 mm
- Lapis *Stabilized (flexible)* 175.0 mm
- Lapis *Base Course* 150.0 mm
- Lapis *Sub Base Course* 600.0 mm

Untuk mempertimbangkan kemudahan konstruksi maka dipakai struktur perkerasan Bandar Udara sebagai berikut:

- Lapis *Overlay HMA* 50.8 mm (AC-WC 50 mm)
- Lapis *Surface HMA* 125.0 mm (AC-BC 75 mm dan AC-WC 50mm)
- Lapis *Stabilized (flexible)* 175.0 mm (AC Base 90 + 85 mm)
- Lapis *Base Course* 150.0 mm (CBR \geq 80 %)
- Lapis *Sub Base Course* 600.0 mm (CBR \geq 30 %)

Tahap III



Gambar 4.19 Pergerakan Pesawat Tahap III

Layer Material	Thickness (mm)	Modulus or R (MPa)
P-401/P-403 HMA Overlay	50.8	1,378.95
P-401/P-403 HMA Surface	175.0	1,378.95
P-401/P-403 St (Flex)	175.0	2,757.90
P-209 Cr Ag	150.0	374.44
P-154 UnCr Ag	600.0	131.43
Subgrade	CBR = 6.0	62.86

N = 0; Sublayers; Subgrade CDF = 0.83; t = 1,150.8 mm

Gambar 4.20 Output Lapisan Perkerasan Tahap III

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari perhitungan dengan program FAARFIELD didapat struktur perkerasan yaitu:

- Lapis Overlay HMA 50.8 mm
- Lapis Surface Course 175.0 mm
- Lapis Stabilized (flexible) 175.0 mm
- Lapis Base Course 150.0 mm
- Lapis Sub Base Course 600.0 mm

Mempertimbangkan kemudahan konstruksi maka dipakai struktur perkerasan Bandar Udara berikut:

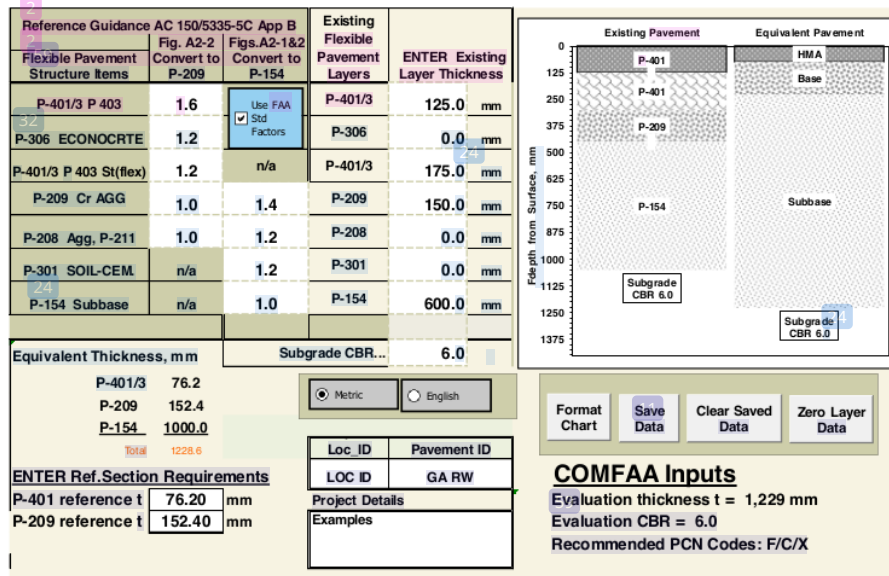
- Lapis Overlay HMA 50 mm (AC WC 50 mm)
- Lapis Surface Course 175 mm (AC-BC 75 mm dan AC-WC 50+50 mm)
- Lapis Stabilized (flexible) 175 mm (AC Base 90+85 mm)
- Lapis Base Course 150 mm (CBR \geq 80 %)
- Lapis Sub Base Course 600 mm (CBR \geq 30 %)

4.13 Perhitungan Nilai PCN dengan Program COMFAA

COMFAA telah menyediakan beberapa jenis pesawat berikut data teknisnya yang sudah ada di library program tersebut, untuk pesawat yang tidak tercantum dalam library COMFAA maka kita harus mencari informasi data teknis pesawat tersebut yang kita inputkan di COMFAA dimana untuk selanjutnya program akan menghitung sendiri nilai ACN pesawat tersebut. Adapun tahap perhitungan ACN dengan COMFAA adalah sebagai berikut: (Pradana et al., 2020)

Jenis pesawat sudah ada di library COMFAA:

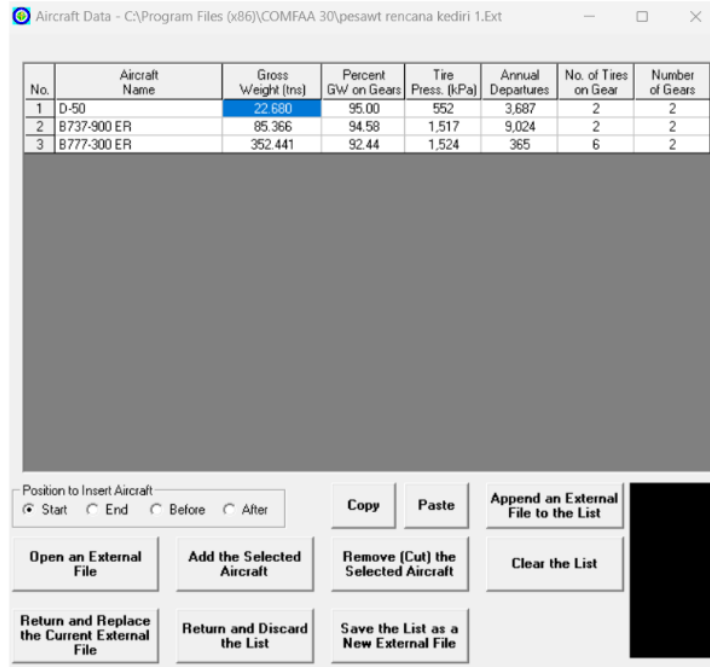
- b. Menentukan group pesawat (military, general aviation, Boeing, dsb) yang terletak di bagian kiri tampilan program, dilanjutkan dengan memilih jenis pesawat.
- c. Pada tampilan di tengah terdapat gambar dua lingkaran berwarna hitam, gambar ini adalah default konfigurasi roda pendaratan yang dimiliki oleh jenis pesawat yang kita pilih
- d. Selanjutnya pada tampilan—computational modes dipilih—MORE di sisi kanan bawah yang menyebabkan pergantian tampilan—computational modes menjadi beberapa pilihan yaitu ACN, PCN, MGW, Thickness, Flexible, Rigid, dsb.
- e. Di kelompok—computational modes, pilih mode—PCN dan selanjutnya pilih tombol—Flexible untuk beton aspal



Gambar 4.21 Perhitungan Tebal Ekuivalen

Total tebal ekuivalen perkerasan dihitung dengan bantuan tabel excel dan didapat tebal ekuivalen perkerasan sebesar 1,229 mm. Seperti Gambar 4.21 diatas

Test PCN:



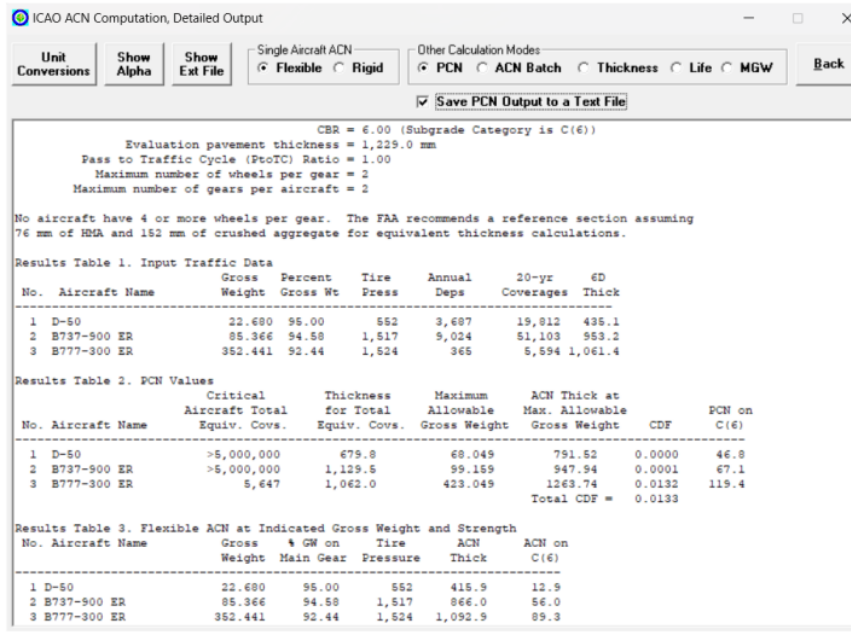
The screenshot shows a software window titled "Aircraft Data - C:\Program Files (x86)\COMFAA 30\pesawt rencana kediri 1.Ext". The window contains a table with the following data:

No.	Aircraft Name	Gross Weight (tns)	Percent GW on Gears	Tire Press. (kPa)	Annual Departures	No. of Tires on Gear	Number of Gears
1	D-50	22.680	95.00	552	3,687	2	2
2	B737-900 ER	85.366	94.58	1,517	9,024	2	2
3	B777-300 ER	352.441	92.44	1,524	365	6	2

Below the table is a control panel with the following elements:

- Position to Insert Aircraft: Start, End, Before, After
- Buttons: Copy, Paste, Append an External File to the List, Open an External File, Add the Selected Aircraft, Remove (Cut) the Selected Aircraft, Clear the List, Return and Replace the Current External File, Return and Discard the List, Save the List as a New External File

Gambar 4.22 Pergerakan Pesawat Rencana



Gambar 4.23 Output Nilai PCN

Total nilai CDF dari Gambar 4.23 sebesar 0,0133 menunjukkan bahwa perkerasan dapat menampung pergerakan pesawat udara sesuai rencana dan pergerakan pesawat udara lain hingga mencapai nilai CDF sebesar 1,0

Dengan demikian berdasarkan perhitungan di atas maka Runway, Taxiway A, Taxiway B dan Holding Area Tahap I mempunyai nilai PCN: **119/F/C/X/T**. Rasio PCN/ACN = 119/90 = memenuhi syarat.

BAB 5

15 RENCANA ANGGARAN BIAYA

5.1 Rencana Anggaran Biaya

Dalam merencanakan sebuah *Runway* maka diperlukan rencana penganggaran biaya pekerjaan. Berikut untuk Rencana Anggaran Biaya (RAB) dalam perencanaan perkerasan lentur *runway* dengan jumlah total seperti Tabel 5.1:

Tabel 5.1 Rencana Anggaran Biaya

No. Divisi	Uraian	Pekerjaan (Rupiah)
1	Umum	334,540,000
2	Pekerjaan Tanah	700,113,315
3	Pekerasan Non Aspal	3,130,415,690
4	Perkerasan Aspal	9,654,181,377
(A)	Jumlah Harga Pekerjaan (termasuk Biaya Umum dan Keuntungan)	13,819,250,383
(B)	Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 10% x (A)	1,381,925,038
(C)	JUMLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN = (A) + (B)	15,201,175,421
(D)	JUMLAH TOTAL DIBULATKAN	15,202,000,000
Terbilang <i>Lima Belas Milyar Dua Ratus Dua Juta Rupiah</i> :		

BAB 6

46

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan, maka terdapat beberapa hal yang dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari data maka dapat diketahui perkiraan jumlah penumpang yang akan dilayani yaitu 1.509.103 per tahun.
2. Dari data maka didapat perkiraan jumlah pesawat yang akan dilayani dan juga karakteristik pesawat rencana yang akan digunakan berjenis paling besar yaitu Boeing 777-300ER (365 pergerakan) , Boeing 737-900ER (9.024 pergerakan) , dan pesawat ATR-72 (3.687 pergerakan) .
3. Dari perhitungan secara manual ataupun analisa menggunakan aplikasi FAARFIELD dan COMFAA maka dapat diketahui seperti terlihat pada perhitungan dan gambar. Dengan syarat minimum tebal sesuai dengan pesawat rencana yaitu 100 cm, didapat untuk tebal perkerasan total runway sebesar 105 cm, sedangkan nilai PCN untuk kategori subgrade C (nilai CBR 6%) adalah 119. Maka disimpulkan bahwa tebal perkerasan mempunyai nilai PCN 119 **F/C/X/T** dengan demikian perencanaan runway diatas memenuhi syarat dan aman untuk dilalui sebanyak tingkat keberangkatan yang di prediksi selama umur rencana yaitu 20 tahun kedepan.
4. Dari perhitungan berdasarkan teori yang ada maka didapat **panjang dan lebar runway** sebesar **3.600 m x 45 m**, dengan begitu maka runway yang di rencanakan memenuhi syarat.
5. Dari perhitungan Rencana Anggaran Biaya bisa di dapatkan nilai total untuk perencanaan perkerasan lentur adalah Rp.**9,654,181,376.94** (*Sembilan Milyar Enam*

Ratus Lima Puluh Empat Juta Rupiah) dan total rencana anggaran biaya sebesar **Rp. 15.202.000.000,00** (*Lima Belas Milyar Dua Ratus Dua Juta Rupiah*).

6.2 SARAN

Dengan berjalan nya waktu dan bertambah padatnya lalu lintas penerbangan di Bandar Udara Internasional Dhoho Kediri, maka lebih baik dilakukan pengembangan lapangan terbang semisal perpanjangan runway dan diikuti dengan pengembangan fasilitas sisi udara lainnya agar nantinya lalu lintas penerbangan menjadi lebih lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Adu, A. S., Lee Barnabas, P., & Setiawan, A. (n.d.). *Rekayasa dan Manajemen Transportasi Journal of Transportation Management and Engineering* **TINJAUAN PENGEMBANGAN LANDASAN PACU BANDAR UDARA KASIGUNCU KABUPATEN POSO.**
- Afriyani, S. R. N., & Suryan, V. (2022). **Analisa Metode FAA dan ICAO-LCN pada Perencanaan Perkerasan Runway di Bandar Udara Silampari Lubuklinggau.** *Jurnal Talenta Sipil*, 5(1), 158.
- Dasa Putra, A. (n.d.). **Kajian Nilai PCN Runway Berdasar Metode Analitik dan Metode Teoritik di Bandara H. Asan Sampit.**
- Kekuatan Perkerasan Runway, A., Apron **Studi Kasus Bandar Udara Soekarno Hatta dengan Pesawat**, dan, Twidi Bethary, R., Fakhuriza Pradana, M., & Basidik, S. (n.d.). *Airbus A-380*.
- Maruba S Panggabean. (2013). 3. NIM 508212021 **ABSTRAK. Analisa Perbaikan Perkerasan Lentur Pada Ruas Jalan Ray.**
- Pradana, M. F., Intari, D. E., & Akbar, F. A. (2020). **Analisa Perkerasan Bandar Udara Menggunakan Metode Acn-Pcn Dan Cbr (Studi Kasus Bandar Udara Internasional Husein Sastranegara Bandung).** *Jurnal Fondasi*, 9(1).
- Priyanto, H., & Erwan, K. (n.d.). **Perencanaan Sisi Udara (Runway, Taxiway, Dan Apron) Bandara Baru Di Kabupaten Ketapang.**

Rangan, P. R. (2017). **Analisa Perencanaan Bandar Udara Baru Di Kabupaten Tanah**

Toraja. *Journal Dynamic Saint*, 1(1).

R.Haryo Triharso ; Ervina Ahyudanari. (2015). 8736-23269-1-PB. **Journal Teknik ITS**

Vol. 4, No. 1, (2015) ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print), 4.

Studi, P. D., Bangunan Dan Landasan, T., & Penerbangan Surabaya Jl Jemur

Andayani, P. I. (n.d.). **PERENCANAAN STRUKTUR PERKERASAN**

LENTUR PADA SHOULDER TAXIWAY B DAN TAXIWAY C DI

BANDAR UDARA KELAS I KALIMARAU WIJANG BAGUS PRAMU

RATMADYO.

LAMPIRAN

➤ Rencana Anggaran Harga Satuan

RENCANA ANGGARAN BIAYA PERKERASAN LENTUR RUNWAY BANDARA DHOHO KEDIRI					
42 No. Mata Pembayaran	Uraian	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rupiah)	Jumlah Harga-Harga (Rupiah)
a	b	c	d	e	f = (d x e)
	DIVISI I. UMUM				
1.2	<i>Mobilisasi</i>				
1	Direksi Keet	M2	200.00	350,000.00	70,000,000.00
2	Papan Proyek	Bh	2.00	350,000.00	700,000.00
3	Periksa Fasilitas Laboratorium	Ls	1.00	4,500,000.00	4,500,000.00
4	¹⁹ ASPHALT FINISHER	Unit	2.00	2,500,000.00	5,000,000.00
5	ASPHALT SPRAYER	Unit	1.00	500,000.00	500,000.00
6	¹⁹ COMPRESSOR 4000-6500 LAM	Unit	1.00	250,000.00	250,000.00
7	PNEUMATIC TIRE ROLLER	²³ Unit	4.00	500,000.00	2,000,000.00
8	DUMP TRUCK 30 TON	Unit	10.00	250,000.00	2,500,000.00
9	EXCAVATOR 80-140 HP	Unit		7,000,000.00	-
10	GENERATOR SET	Unit		⁴⁷ 300,000.00	-
11	MOTOR GRADER >100 HP	Unit	1.00	2,500,000.00	2,500,000.00
12	WHEEL LOADER 1.0-1.6 M3	Unit		¹⁹ 2,500,000.00	-
13	TANDEM ROLLER 6-8 T.	Unit	2.00	2,500,000.00	5,000,000.00
14	TIRE ROLLER 8-10 T.	Unit		¹⁹ 2,500,000.00	-
15	VIBRATORY ROLLER 5-8 T.	Unit	2.00	2,500,000.00	5,000,000.00
16	CONCRETE VIBRATOR	Unit		150,000.00	-
17	WATER TANKER 3000-4500 L.	³⁸ Unit	1.00	250,000.00	250,000.00
18	DEMobilisasi	Ls	1.00	9,390,000.00	9,390,000.00

	Keselamatan Kesehatan Kerja (K3)				
1	BPJS Ketenagakerjaan Dan Kesehatan Kerja 0 - 1 m	Paket		1,613,640.00	-
	BPJS Ketenagakerjaan Dan Kesehatan Kerja 1 - 2,5 m	Paket		3,277,280.00	
	BPJS Ketenagakerjaan Dan Kesehatan Kerja 2.5 >	Paket		6,004,550.00	
2	Petugas K3	Org/Bln	40.00	3,500,000.00	140,000,000.00
3	Rambu Petunjuk	Bh	50.00	100,000.00	5,000,000.00
4	Sepatu keselamatan (Safety shoes)	Psg	120.00	300,000.00	36,000,000.00
5	Topi Pelindung (Safety Helmet) (Kuning 10, Biru 2)	Bh	130.00	65,000.00	8,450,000.00
6	Rompi Keselamatan (Safety Vest);	Bh	130.00	50,000.00	6,500,000.00
7	Peralatan P3K (Kotak P3K, Tandu, Tabung Oksigen, Obat Luka, Perban)	Paket	50.00	500,000.00	25,000,000.00
8	Tongkat Pengatur Lalu Lintas (Warning Lights Stick)	Bh	40.00	150,000.00	6,000,000.00
	Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 1 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)				334,540,000.00
	DIVISI 2. PEKERJAAN TANAH				
3.1.(1a)	Galian Biasa	M ³	2,074.80	62,436.70	129,543,494.09
3.1.(1b)	Galian Batu Lunak	M ³	277.10	286,208.59	79,309,050.71
3.4.(3)	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 30 – 50 cm	buah		298,415.78	-
3.4.(4)	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 50 – 75 cm	buah		442,842.31	-
3.4.(5)	Pemotongan Pohon Pilihan diameter > 75 cm	buah		896,815.71	-
3.5.(1)	Geotekstil Filter untuk Drainage Bawah Permukaan (Kelas 2)	M ²		65,971.39	-
3.5.(2a)	Geotekstil Separator Kelas 1	M ²		65,971.39	-
3.5.(2b)	Geotekstil Separator Kelas 2	M ²		65,971.39	-
3.5.(2c)	Geotekstil Separator Kelas 3	M ²		65,971.39	-
3.5.(3)	Geotekstil Stabilisator (Kelas 1)	M ²		65,971.39	-
3.2.(1a)	Timbunan Biasa dari sumber galian	M ³	363.35	156,368.41	56,816,461.77
3.2.(2a)	Timbunan Pilihan dari sumber galian	M ³	773.10	194,274.57	150,193,670.07
3.3.(1)	Penyiapan Badan Jalan	M ²	5,583.50	5,645.36	31,520,862.79
	Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 2 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)				700,113,315.48

DIVISI 3. PERKERASAN						
4	5.2.(1)	Lapis Permukaan Agregat Tanpa Penutup Aspal	M ²	300.00	1,013,491.63	304,047,489.00
54	6.1 (1)(a)	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	Liter	3,500.00	15,677.94	54,872,786.78
19	6.1 (1)(b)	Lapis Resap Pengikat - Aspal Emulsi	Liter	5,000.00	16,051.47	80,257,364.40
54	6.1 (2)(a)	Lapis Perekat - Aspal Cair	Liter	6,000.00	15,846.61	95,079,660.00
	6.1 (2)(b)	Lapis Perekat - Aspal Emulsi	Liter	5,000.00	9,761.24	48,806,217.63
	6.1 (2)(c)	Lapis Perekat - Aspal Emulsi Modifikasi	Liter	4,500.00	15,490.48	69,707,139.17
	6.2 (1)	Agregat Penutup BURTU	M ²	3,000.00	35,513.95	106,541,850.00
	6.2 (2)	Agregat Penutup BURDA	M ²	3,200.00	57,763.06	184,841,792.00
8	6.3.(4a)	Laston Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	Ton	250.00	2,047,728.04	511,932,010.00
8	6.3.(4b)	Laston Lapis Pondasi Perata (HRS-Base(L)) (gradasi senjang/semi senjang)	Ton	150.00	2,047,728.04	307,159,206.00
	6.3(5a)	Aspal hotmix (AC-WC)	Ton	1,500.00	2,086,943.79	3,130,415,690.50
26	6.3(5b)	Laston Lapis Aus Modifikasi (AC-WC Mod)	Ton		1,731,136.44	-
	6.3(5c)	Laston Lapis Aus Perata (AC-WC(L))	Ton		2,083,067.06	-
26	6.3(5d)	Laston Lapis Aus Modifikasi Perata (AC-WC(L)Mod)	Ton		1,825,369.14	-
	6.3(6a)	Laston Lapis Antara (AC-BC)	Ton	533.44	1,998,838.94	1,066,258,646.73
26	6.3(6c)	Laston Lapis Antara Perata (AC-BC(L))	Ton		1,998,838.94	-
	6.3(6a)	Laston Lapis Antara (AC-BC)	Ton	533.44	1,998,838.94	1,066,258,646.73
4	6.3(7a)	Laston Lapis Pondasi (AC-Base)	Ton	550.00	1,868,528.54	1,027,690,699.73
8	6.3.(8)	Bahan anti pengelupasan	Kg	200.00	30,000.00	6,000,000.00
4	Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 3 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					9,654,181,376.94

ORIGINALITY REPORT

19%

SIMILARITY INDEX

19%

INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

5%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	erepository.uwks.ac.id Internet Source	3%
2	repository.its.ac.id Internet Source	2%
3	www.scribd.com Internet Source	2%
4	repository.uhn.ac.id Internet Source	1%
5	media.neliti.com Internet Source	1%
6	Submitted to University of Hong Kong Student Paper	1%
7	ejournal.poltekbangsby.ac.id Internet Source	1%
8	nanopdf.com Internet Source	1%
9	docplayer.info Internet Source	1%

10	airport-pula.hr Internet Source	1 %
11	text-id.123dok.com Internet Source	<1 %
12	id.123dok.com Internet Source	<1 %
13	repo.itsm.ac.id Internet Source	<1 %
14	doku.pub Internet Source	<1 %
15	ejournal.uki.ac.id Internet Source	<1 %
16	Submitted to Universitas Pancasila Student Paper	<1 %
17	id.scribd.com Internet Source	<1 %
18	pareparekota.go.id Internet Source	<1 %
19	e-journal.uajy.ac.id Internet Source	<1 %
20	idoc.pub Internet Source	<1 %
21	repository.ub.ac.id Internet Source	<1 %

22	repository.umsu.ac.id Internet Source	<1 %
23	Submitted to Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya Student Paper	<1 %
24	Submitted to LL Dikti IX Turnitin Consortium Student Paper	<1 %
25	repository.polman-babel.ac.id Internet Source	<1 %
26	dspace.uii.ac.id Internet Source	<1 %
27	id.wikipedia.org Internet Source	<1 %
28	Almubarak, Falakush Shobah. "Analisis Tingkat Kerusakan Jalan Dengan Menggunakan Metode Indeks Kondisi Perkerasan Ruas Jalan Trengguli -Welahan", Universitas Islam Sultan Agung (Indonesia), 2023 Publication	<1 %
29	Submitted to Cranfield University Student Paper	<1 %
30	Submitted to Tabor College Student Paper	<1 %
31	core.ac.uk Internet Source	<1 %

<1 %

32

etd.repository.ugm.ac.id

Internet Source

<1 %

33

iptek.its.ac.id

Internet Source

<1 %

34

perpustakaan.ft.unram.ac.id

Internet Source

<1 %

35

Submitted to Universitas Pendidikan
Indonesia

Student Paper

<1 %

36

repository.unhas.ac.id

Internet Source

<1 %

37

Submitted to California Virtual Campus
Region IV

Student Paper

<1 %

38

dokumen.pub

Internet Source

<1 %

39

www.coursehero.com

Internet Source

<1 %

40

docplayer.dk

Internet Source

<1 %

41

repository.unwira.ac.id

Internet Source

<1 %

42	repota.jti.polinema.ac.id Internet Source	<1 %
43	www.faa.gov Internet Source	<1 %
44	Sri Hartini, Aji Sudarsono, Sukaris Sukaris. "Pemetaan Wisatawan Domestik Pada Destinasi Wisata Di Provinsi Jawa Timur", MANAJERIAL, 2020 Publication	<1 %
45	ejournal.unsrat.ac.id Internet Source	<1 %
46	digilib.uns.ac.id Internet Source	<1 %
47	library.polmed.ac.id Internet Source	<1 %
48	ostium34.rssing.com Internet Source	<1 %
49	repository.teknokrat.ac.id Internet Source	<1 %
50	adoc.pub Internet Source	<1 %
51	kipdf.com Internet Source	<1 %
52	repository.polimdo.ac.id Internet Source	<1 %

53

repository.uinjkt.ac.id

Internet Source

<1 %

54

www.alliance-elevage.com

Internet Source

<1 %

55

qdoc.tips

Internet Source

<1 %

56

123dok.com

Internet Source

<1 %

57

Fwa, T. "Highway and Airport Pavement Design", *New Directions in Civil Engineering*, 2002.

Publication

<1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off