

**EVALUASI PERHITUNGAN TEBAL PERKERASAN
LANDASAN PACU (RUNWAY) BANDAR UDARA
BINAKA-GUNUNGSITOLI, NIAS
(PENELITIAN)**

SKRIPSI

Diajukan sebagai bahan sidang dan sebagai salah satu syarat

Untuk memperoleh sarjana teknik sipil

Universitas Medan Area

OLEH :

SYUKURMAN BERKAT SETIA GULO

15.811.0005



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2020

LEMBARAN PENGESAHAN

**EVALUASI PERHITUNGAN TEBAL PERKERASAN
LANDASAN PACU (RUNWAY) BANDAR UDARA
BINAKA-GUNUNGSITOLI, NIAS
(PENELITIAN)**

Diajukan sebagai bahan sidang dan sebagai salah satu syarat

Untuk memperoleh sarjana teknik sipil

Universitas Medan Area

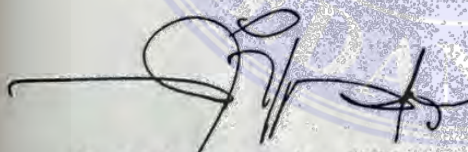
OLEH :

SYUKURMAN BERKAT SETIA GULO

15.811.0005


TELAH DISETUJUI OLEH :

Pembimbing I



(Ir. Mellokey Ardan, MT)

Pembimbing II




(Ir. Nuril Mahda Rangkuti, MT)

Dekan Fakultas Teknik



(Dr. Grace Yuswita Harahap, ST, MT)

Fakultas Teknik
Prodi Teknik Sipil



(Ir. Nurmaidah, MT)

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini saya kutip dari hasil karya karya orang lain dan telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dari sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, Februari 2020

Penulis



Syukurman Berkhat Setia Gulo

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : SYUKURMAN BERKAT SETIA GULO
NPM : 158110005
Program studi : TEKNIK SIPIL
Fakultas : TEKNIK
Jenis karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul: EVALUASI PERHITUNGAN TEBAL PERKERASAN LANDASAN PACU (RUNWAY) BANDAR UDARA BINAKA-GUNUNGSITOLI, NIAS(PENELITIAN). Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 20 februari 2020

Yang Menyatakan



Syukurman Berkat setia Gulo

ABSTRAK

Bandar udara Binaka adalah Bandar udara yang terletak di Kota Gunungsitoli, Nias, Provinsi Sumatera Utara yang melayani penerbangan domestic dan dikelola oleh Kementerian Perhubungan. Sejak awal beroperasi Bandar udara ini hanya melayani jenis pesawat ringan yaitu jenis pesawat Wings Air, Garuda Indonesia, dan Citilink. Diperkirakan Bandar udara ini akan mengalami peningkatan dimasa yang akan datang. Oleh sebab itu, perlu dilakukan peningkatan fasilitas Bandar udara seperti landasan pacu (runway).

Landasan pacu merupakan daerah persegi panjang yang ditentukan pada bandar udara di daratan atau perairan yang dipergunakan untuk pendaratan dan lepas landas pesawat. Jenis perkerasan yang digunakan untuk landasan adalah perkerasan lentur dan perkerasan kaku. Direncanakan landasan pacu ini akan melayani jenis pesawat Boeing 737-200. Untuk hasil perhitungan tebal perkerasan landasan yang dilakukan dengan cara menggunakan rumus didapat sebesar 24 inch (60,96cm). sedangkan hasil tebal perkerasan landasan yang dilakukan dengan cara penaksiran (asumsi) didapat sebesar 21 inch (53,34 cm), sehingga perlu adanya peningkatan landasan pacu Bandara seperti penambahan ukuran, penempatan untuk marka, dan fasilitas-fasilitas pendukung lainnya agar sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI).

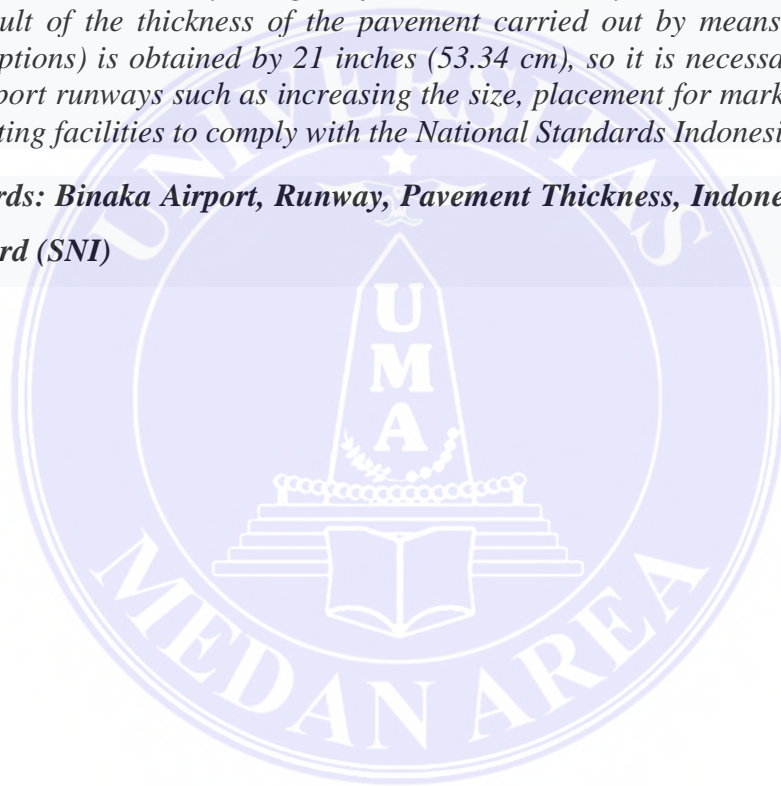
Kata Kunci : Bandara Binaka, Landasan Pacu (Runway), Tebal Perkerasan, Standar Nasional Indonesia (SNI)

ABSTRACT

Binaka Airport is an airport located in Gunungsitoli City, Nias, North Sumatra Province which serves domestic flights and is managed by the Ministry of Transportation. Since its inception, the airport has only served light aircraft, namely Wings Air, Garuda Indonesia and Citilink. It is estimated that this airport will experience an increase in the future. Therefore, it is necessary to improve airport facilities such as runways.

The runway is a rectangular area specified at the airport on land or in water that is used for landing and taking off aircraft. Types of pavement used for foundation are flexible pavement and rigid pavement. It is planned that this runway will serve Boeing 737-200 aircraft. For the results of calculating the thickness of the pavement carried out by using the formula obtained by 24 inch (60.96cm). while the result of the thickness of the pavement carried out by means of estimation (assumptions) is obtained by 21 inches (53.34 cm), so it is necessary to increase the airport runways such as increasing the size, placement for markers, and other supporting facilities to comply with the National Standards Indonesia (SNI).

Keywords: *Binaka Airport, Runway, Pavement Thickness, Indonesian National Standard (SNI)*



KATA PENGANTAR

Puji syukur kita ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini hingga selesai.

Skripsi ini dapat dikatakan sebagai prasyarat terakhir yang harus dipenuhi untuk memperoleh gelar sarjana teknik dari Universitas Medan Area. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini dapat terselesaikan karena bantuan banyak pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Dadan Ramdan, M. Eng., M.Sc., selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Ibu Dr. Grace Yuswita Harahap, ST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Ibu Ir. Nurmaidah, MT., selaku Kaprodi Teknik Sipil Universitas Medan Area.
4. Bapak Ir. Melloukey Ardan, MT., selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membantu pelaksanaan skripsi ini.
5. Ibu Ir. Nuril Mahda Rangkuti, MT., selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membantu pelaksanaan skripsi ini.
6. Seluruh Dosen dan Pegawai di Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area.

7. Ucapan terima kasih kepada teman-teman yang telah membantu dalam melakukan survey lapangan.
8. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada keluarga terutama kedua orang tua saya, ayah (Alm.) dan ibu saya yang telah banyak memberi kasih sayang dan dukungan moril maupun materi serta doa yang tiada henti untuk penulis.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari bahwa isi maupun teknik penulisannya jauh dari kesempurnaan, maka untuk itu penulis mengharapkan kritikan maupun saran dari para pembaca yang bersifat positif demi menyempurnakan dari skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat khususnya bagi penulis dan umumnya para pembaca sekalian.

Medan, Februari 2020

Penyusun :

Syukurman Berkat Setia Gulo

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR NOTASI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan	1
1.3 Perumusan Masalah	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metodologi Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Definisi Bandar Udara	5
2.2 Fasilitas Bandar Udara	5
2.3 Landasan Pacu (Runway)	7
2.4 Dasar Perencanaan Bandar Udara.....	21
2.5 Perencanaan Landasan Pacu	23
2.6 Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Panjang Runway	28
2.7 Metode- Metode Perencanaan Perkerasan.....	32

2.8 Alat Bantu Pendaratan	38
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	48
3.1 Metode Penelitian	48
3.2 Lokasi Penelitian.....	49
3.3 Tahap Penelitian.....	51
3.4 Bagan Alir Penelitian.....	53
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	54
4.1 Spesifikasi Bandar Udara Binaka – Gunungsitoli.....	54
4.2 Perkembangan Lalu Lintas Angkutan Udara Di Bandar Udara Binaka - Gunungsitoli.....	56
4.3 Perhitungan Aeroplane Reference Field Length (ARFL).....	57
4.4 Perhitungan Tebal Lapisan Perkerasan Landasan Pacu.....	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	70
5.1 Kesimpulan	70
5.2 Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN	

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

VFR	= Visual Flight Rule
IFR	= Instrumen Flight Rule
PCI	= Pavement Clasification Index
IRI	= Integrated Rouhghnes Index
CBR	= California Bearing Ratio
MR	= Resilient Modulus
K	= Modulus Reaksi Tanah Dasar
ASTM	= American Standard Testing and Material
AASHTO	= American Association of State Highway and Transportation Officials
PI	= Indeks Plastisitas
psi	= Pounds per Square Inch (besaran nilai tekanan)
KPa	= Kilo Pascal (besaran nilai tekanan dan tegangan)
R1	= Equivalent Annual Departure Pesawat Rencana
R2	= Annual Departure pesawat – pesawat campuran dinyatakan dalam roda Pendaratan pesawat rencana
W1	= Beban roda dari pesawat rencana
W2	= Beban roda dari pesawat yang dinyatakan
LCN	= Load Classification Number
ICAO	= International Civil Aviation Organization

SNI	= Standard National Indonesia
MTOW	= Maximum Structural Take Off Weight
FAA	= Federal Aviation Administration
EAD	= Equivalent Annual Departure
RESA	= Runway End Safety Area
SFC	= Side Force Coeficien



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Panjang Landasan Pacu.....	7
Tabel 2.2 Hubungan antara nilai SFC dengan Kondisi permukaan.....	8
Tabel 2.3 Konversi untuk Roda Pendaratan.....	27
Tabel 2.4 Pengaruh Angin Permukaan Terhadap Panjang Runway.....	30
Tabel 2.5 Aerodrome Reference Code (ARC).....	40
Tabel 4.1 Perkembangan Jumlah Pesawat dan Pergerakan Kargo di Bandar Udara Binaka-Gunungsitoli Tahun 2013 – 2019.....	58
Tabel 4.2 Perkembangan Jumlah Penumpang dan Jumlah Bagasi di Bandar Udara Binaka-Gunungsitoli Tahun 2013 – 2019.....	60
Tabel 4.3 Data - data Perencanaan Perkerasan.....	54
Tabel 4.4 Data Karakteristik Pesawat.....	59
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Element</i> Landasan Pacu.....	9
Gambar 2.2 Konfigurasi Roda Pesawat.....	15
Gambar 2.3 Kurva ACN untuk Perkerasan Lentur.....	18
Gambar 2.4 Gambar 2.4 Konfigurasi PAPI.....	45
Gambar 3.1 Lokasi Survei.....	49
Gambar 3.2 Landasan Pacu Bandar Udara Binaka-Gunungsitoli, Nias.....	50
Gambar 3.3 Bagan Alir Penelitian.....	53
Gambar 4.1 Kurve Perencanaan Tebal Perkerasan	60
Gambar 4.2 Susunan tebal lapisan perkerasan landasan pacu.....	63

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bandar udara merupakan fasilitas dimana pesawat terbang dapat lepas landas dan mendarat. Suatu Bandara minimal memiliki sebuah landasan pacu, sedangkan untuk bandara besar biasanya dilengkapi berbagai fasilitas lain baik untuk operator layanan penerbangan maupun bagi pengunanya seperti bangunan terminal dan hanggar. (Horonjeff :1994)

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 40 Tahun 2012 Tentang Pembangunan dan Pelestarian Lingkungan Hidup Bandar Udara memberikan definisi bahwa bandar udara adalah kawasan di daratan dan/atau perairan dengan batas – batas tertentu yang digunakan sebagai tempat pesawat udara mendarat dan lepas landas, naik turun penumpang ,bongkar muat barang, dan tempat perpindahan intra dan antarmoda transportasi,yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan, serta fasilitas pokok dan fasilitas penunjang lainnya. Berdasarkan peraturan Dirjen Perhubungan Udara No. SKEP/77/VI/2005, bandar udara berfungsi menunjang kelancaran, keamanan dan ketertiban arus lalu lintas pesawat udara, kargo dan/atau pos, keselamatan penerbangan, tempat perpindahan intra dan/atau moda serta mendorong perekonomian baik daerah maupun secara nasional.

Untuk melayani transportasi udara, pulau Nias memiliki Bandar Udara Domestik yaitu Bandara Binaka Gunungsitoli, Nias. Dengan meningkatnya

jumlah pengguna transportasi udara di Nias, maka sejalan dengan itu harus juga ditingkatkan prasarana lapangan terbang salah satunya tebal dan perpanjangan areal pendaratan dan lepas landas pesawat terbang atau disebut landasan pacu (runway).

Dalam pokok bahasan ini penulis akan membahas mengenai perencanaan teknis Bandar udara, yaitu perhitungan dimensi landasan pacu. Sebab, pentingnya pemenuhan kriteria landasan pacu (runway) serta fasilitasnya berdasarkan standar yang diisyaratkan pemerintah melalui Peraturan Dirjen Perhubungan Udara KP 29 tahun 2014 tentang manual standar Teknis dan operasional peraturan keselamatan penerbangan sipil-bagian 139.

1.2 Maksud dan Tujuan

Maksud penelitian ini untuk melakukan evaluasi perencanaan tebal lapisan perkerasan landasan pacu Bandara Binaka Gunungsitoli, Nias

Tujuannya untuk mengetahui tebal lapisan perkerasan landasan pacu bandara Binaka Gunungsitoli, Nias untuk kebutuhan pesawat berbadan lebar (Boing 737-200)

1.3 Perumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah

1. Bagaimana teknik perhitungan tebal lapisan perkerasan landasan pacu dengan menggunakan metode perencanaan metode FAA (Federal

Aviation Administration) pada Bandar udara Binaka Gunungsitoli, Nias Provinsi Sumatera Utara?

2. Data-data apa saja yang diperlukan dalam menghitung tebal perkerasan landasan pacu (runway) pada suatu bandara?
3. Bagaimana rencana tebal perkerasan dan panjang landasan pacu (runway) pada Bandara Binaka Gunungsitoli, Nias?

1.4 Batasan Masalah

Mengingat adanya keterbatasan waktu yang ada pada kami sebagai penulis. Adapun masalah yang di ambil antara lain :

1. Data yang di gunakan adalah data fisik bandara yang bersumber dari Data Entry Officer yaitu bagian pelaksana pada Bandar Udara Binaka serta hasil wawancara dari pihak yang bersangkutan.
2. Di dalam menentukan ketebalan lapisan perkerasan dibutuhkan nilai CBR dari material subgrade, nilai CBR lapisan subbase, berat total/berat lepas landas pesawat rencana dan jumlah annual departure dari pesawat rencana beserta pesawat-pesawat yang sudah dikonversikan sebagai bahan acuan dalam perencanaan.
3. Bahasan utama tentang tebal lapisan perkerasan runway dan tidak membahas lebih jauh bagian lain dari bandar udara (apron, taxiway, dll) serta bagian sisi darat (land side).

1.5 Metodologi Penelitian

Dalam penelitian ini penulis melakukan pengamatan dan pengumpulan data menggunakan data primer dan data sekunder, data primer didapat langsung di lapangan, sedangkan data sekunder merupakan data yang diperlukan untuk melengkapi dan dalam bentuk yang sudah jadi dari suatu badan atau instansi.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Bandar Udara

Menurut ICAO (International Civil Aviation Organization) dalam Annex 14 (1999), bandar udara adalah area tertentu di daratan atau perairan (termasuk bangunan, instalasi dan peralatan pengoperasian bandar udara) yang diperuntukkan baik secara keseluruhan atau sebagian untuk kedatangan, keberangkatan dan pergerakan pesawat.

Bandar udara terbagi atas dua bagian yaitu bagian sisi darat (landside) dan bagian sisi udara (airside). Bagian sisi darat (landside) meliputi terminal bandar udara (concourse), area parkir kendaraan, curb, dan sistem akses masuk ke terminal. Sedangkan bagian sisi udara (airside) meliputi landasan pacu (runway), area parkir pesawat (apron), landasan penghubung (taxiway), tempat parkir pesawat (gate/parking stand), hanggar, air traffic controller, air rescue service, dan fuel.

2.2 Fasilitas Bandar Udara

Fasilitas bandar udara dapat diklasifikasikan berdasarkan karakteristik fungsi bandar udara yaitu originating-terminating station, transfer station, atau through station.

Fasilitas originating-terminating station adalah proses terhadap penumpang yang memulai atau mengakhiri perjalanan udara mereka pada bandar udara tersebut. Transfer station atau connecting airport lebih banyak melayani

penumpang yang akan melanjutkan penerbangan ke bandar udara berikutnya. Jarak antargate/parking stand harus sedekat mungkin satu sama lain untuk meminimalkan arus penumpang di dalam terminal dan mempersingkat waktu hubung. Through station mengombinasikan antara persentase jumlah penumpang tertinggi dengan persentase jumlah penumpang terendah. Fasilitas pokok bandar udara adalah fasilitas yang wajib ada di suatu bandar udara untuk kelancaran pengoperasian bandar udara tersebut. Fasilitas tersebut adalah sebagai berikut.

1. Fasilitas sisi udara (airside facilities), meliputi:

- a. Landasan pacu (runway)
- b. Landasan penghubung (taxiway)
- c. Area parkir pesawat atau apron
- d. Runway end safety area (RESA)
- e. Marka dan rambu, dan
- f. Pertolongan kecelakaan penerbangan dan pemadam kebakaran (PKPPK).

2. Fasilitas sisi darat (landside facilities), meliputi:

- a. Bangunan terminal penumpang dan terminal kargo
- b. Bangunan VIP
- c. Bangunan administrasi dan perkantoran
- d. Menara pengawas lalu lintas udara (air traffic control tower)
- e. Bangunan meteorology
- f. Bangunan SAR
- g. Depo pengisian bahan bakar
- h. Akses masuk bandar udara, dan

- i. Marka dan rambu.
3. Fasilitas komunikasi penerbangan, meliputi:
 - a. Komunikasi antara stasiun penerbangan
 - b. Peralatan transmisi, dan
 - c. Peralatan komunikasi lalu lintas penerbangan.
 4. Fasilitas alat bantu pendaratan visual (airfield lighting system).
 5. Fasilitas navigasi penerbangan.

2.3 Landasan Pacu (Runway)

2.3.1 Pengertian Landasan Pacu

Horonjeff (1993) menyebutkan bahwa landasan pacu adalah suatu tempat dimana tersedianya areal yang cukup optimal yang memenuhi persyaratan untuk landasan suatu pesawat terbang yang berfungsi sebagai tempat pendaratan atau landing dan lepas landas atau take off pesawat-pesawat terbang. Pada awalnya, permukaan landasan pacu adalah rumput atau pun tanah yang dipadatkan. Akan tetapi, ketika badan pesawat bertambah besar maka yang lazim digunakan saat ini adalah aspal dan beton. Panjang dan lebarnya pun bervariasi mulai dari yang panjangnya 1000 m hingga 5000 m lebih.

Sementara ukuran landasan pacu di Indonesia sendiri kurang lebih 3200 m x 45 m. Dengan ukuran seperti itu, tidaklah cukup untuk didarati pesawat berbadan lebar seperti Boeing B747. Hanya beberapa bandara saja di Indonesia yang ukurannya 4000 m x 60 m. Namun itu cukup wajar mengingat wilayah

Indonesia adalah kepulauan yang sangat membutuhkan bandara kecil untuk penerbangan perintis. Ukuran landasan pacu pun tidaklah mutlak karena juga dipengaruhi iklim, semakin tinggi suhu yang berada di sekitar bandara, maka semakin panjang pula landasan pacu yang diperlukan.

2.3.2 Jenis-Jenis Landasan Pacu

Adapun jenis-jenis landasan pacu antara lain sebagai berikut:

1. Berdasar Perkerasan

a. Perkerasan Lentur

Perkerasan lentur adalah suatu perkerasan yang mempunyai sifat elastis dimana perkerasan akan melendut saat diberi pembebanan.

Perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan surface course, base course dan subbase course. Masing-masing bisa satu lapis bisa lebih, semuanya digelar di atas tanah asli yang dipadatkan yang disebut dengan subgrade (tanah dasar).

Lapisan subgrade (tanah dasar) pada perencanaan tebal perkerasan akan menentukan kualitas konstruksi perkerasan sehingga sifat-sifat tanah dasar menentukan kekuatan dan keawetan konstruksi landasan pacu. Banyak metode yang dipergunakan untuk menentukan daya dukung tanah dasar, dari cara yang sederhana sampai kepada yang rumit seperti CBR (California Bearing Ratio), MR (Resilient Modulus), dan K (Modulus Reaksi Tanah Dasar). bisa terletak di atas timbunan atau galian. Lapisan ini merupakan yang terpenting dari struktur konstruksi perkerasan lentur, dimana tanah dasar yang akan mendukung konstruksi landasan pacu

(runway) serta muatan lalu lintas lainnya, maka daya dukung tanah (CBR) yang ada harus cukup baik.

Terdapat beberapa ketentuan untuk tanah dasar Bandar udara, antara lain:

- a. Uji CBR di laboratorium berdasarkan ASTM D-1883 dan uji CBR lapangan harus dilakukan untuk mengetahui nilai CBR tanah dasar yang akan digunakan dalam perencanaan perkerasan lentur.
- b. Untuk perancangan perkerasan lentur (fleksible), nilai CBR tanah dasar tidak boleh kurang dari 3%.
- c. Untuk perancangan perkerasan kaku (rigid), nilai modulus reaksi tanah dasar tidak boleh kurang dari 13,5 MN/m³.
- d. Nilai CBR yang digunakan untuk keperluan perancangan tidak boleh diambil lebih besar dari 85% nilai CBR laboratorium.
- e. Uji daya dukung pelat (plate bearing test) berdasarkan AASHTO T 222 harus dilakukan untuk mengetahui modulus reaksi tanah yang akan digunakan dalam perancangan perkerasan kaku.

(Sumber: Direktorat Jenderal Pehubungan Udara, 2005)

Kemudian lapisan pondasi bawah (subbase course) dibuat dari material yang diperbaiki dahulu, bisa juga material alam. Lapisan ini sering dibuat dengan menghamparkan Jenis agregat sirtu apa adanya dari tempat pengambilan lalu dipadatkan. Material yang digunakan untuk lapisan pondasi atas umumnya harus cukup kuat, mempunyai nilai CBR minimum 20% dan Indeks Plastisitas (PI) <10%. Fungsi utamanya sama dengan base course, tetapi tidak selalu perkerasan lentur memerlukan

subbase course, di lain pihak perkerasan lentur yang tipis kadang-kadang membutuhkan lebih dari satu lapis subbase course.

Selanjutnya lapisan pondasi atas (Base course) bisa dibuat dari material yang dipersiapkan (dicampur dengan semen atau aspal), bisa juga dari bahan-bahan alam tanpa campuran. Seperti halnya surface course lapisan harus mampu menahan beban, serta pengaruh-pengaruhnya dan membagi/meneruskan beban tersebut kepada lapisan di bawahnya. Material yang digunakan untuk lapisan pondasi atas umumnya harus cukup kuat dan tahan lama, mempunyai nilai CBR minimum 50% dan indeks plastisitas (PI) < 4%.

Adapun fungsi utama dari lapisan pondasi atas adalah:

- a. Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban lapis dibawahnya.
- b. Lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah
- c. Bantalan terhadap lapisan pondasi bawah

Setelah itu Lapisan permukaan (Surface course) terdiri dari campuran aspal dan agregat yang biasanya mempunyai ketebalan 5 cm atau lebih. Fungsi utamanya adalah agar pesawat dikendarai di atas permukaan yang rata dan keselamatan penerbangan, untuk menumpu beban roda pesawat dan menahan beban repitisi serta membagi beban tersebut kepada lapisan-lapisan di bawahnya.

Lapisan permukaan biasanya menggunakan bahan aspal panas (Hot Mix) yang dihamparkan. Pelapisan perkerasan ini menggunakan lapisan bahan pengikat (Binder Coarse), antara lain:

1) Prime coat

Prime Coat merupakan peleburan aspal dingin (cair) kepada permukaan pondasi yang belum beraspal, dengan maksud sebagai pendahuluan untuk lapisan perkerasan yang berikutnya. Tujuan Prime Coat adalah:

a) Lapisan perkerasan penahan beban roda, lapisan yang mempunyai stabilitas yang tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.

b) Lapisan kedap air yang berfungsi agar air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan bawahnya

c) Lapisan aus (wearing course) lapisan yang langsung menderita akibat gesekan rem kendaraan sehingga lebih mudah menjadi aus

d) lapisan yang menyebarkan beban ke lapisan bawah, dimana memiliki daya dukung lebih kecil dan akan menerima beban yang kecil juga.

2) Take Coat

Take Coat merupakan peleburan aspal kepada permukaan yang belum beraspal atau permukaan beton yang cukup umurnya. Maksud dan tujuannya adalah memberikan ikatan antara lapisan permukaan yang lama dan lapis permukaan baru.

Penggunaan lapisan beraspal diperlukan agar lapisan dapat bersifat kedap air, disamping itu bahan aspal sendiri memberikan tegangan tarik yang berarti mempertinggi daya dukung lapisan terhadap beban roda lalu lintas. Pemilihan bahan untuk lapisan permukaan perlu

dipertimbangkan kegunaannya, umur rencana serta tahapan konstruksi agar tercapai manfaat yang sebesar-besarnya dari segi biaya konstruksi yang dikeluarkan.

b. Perkerasan Kaku

Perkerasan kaku (rigid) terdiri dari slab-slab beton tebal 6 – 20 cm, digelar di atas lapisan yang telah dipadatkan, lebih baiknya apabila lapisan di bawah beton dicampur dengan semen atau aspal setebal 10 – 15 cm, hal ini agar efek pompa bisa ditekan sekecil mungkin. Lapisan yang berdampingan di bawah lapisan beton, kadang-kadang disebut subbase, bukan base course, sebab kualitasnya tidak perlu setinggi material yang ada di bawah lapisan surface course pada perkerasan lentur (fleksible).

Pada perencanaan perkerasan landasan pacu (runway), memiliki konsep dasar yang sama dengan perencanaan perkerasan jalan raya, dimana perencanaan berdasarkan beban yang bekerja dan kekuatan bahan yang digunakan untuk mendukung beban yang bekerja. Namun pada aplikasi sesungguhnya, terdapat perbedaan pada perencanaan perkerasan landasan pacu (runway) dan jalan raya, yaitu:

- a. Jalan raya dirancang untuk kendaraan yang berbobot sekitar 9000lbs (4082,331kg), sedangkan runway dirancang untuk memikul beban pesawat yang rata-rata berbobot jauh lebih besar yaitu sekitar 100.000lbs (45359,237kg)
- b. Jalan raya direncanakan mampu melayani perulangan beban (repitisi) 1000 - 2000 truk per-harinya. Sedangkan

runway direncanakan untuk melayani repitisi beban 20.000 – 40.000 kali selama umur rencana.

- c. Tekanan ban pada kendaraan yang bekerja kira-kira 80 sampai 90 psi. sedangkan pada runway tekanan ban yang bekerja di atasnya adalah mencapai 400 psi.
- d. Perkerasan jalan raya mengalami distress (kesulitan) yang lebih besar karena beban bekerja lebih dekat ke tepi lapisan, berbeda dengan runway dimana beban bekerja pada bagian tengah perkerasan.

2. Berdasar Panjang Landasan Pacu

Adapun jenis landasan pacu berdasar panjang landasan pacu dapat dilihat pada

Tabel 1 di bawah ini :

Tabel 2.1 Panjang Landasan Pacu

Tanda Kode	Panjang Runway (Feet)
A	≥ 7.000
B	5.000 – 7.000
C	3.000 – 5.000
D	2.500 – 3.000
E	2.000 – 2.500

(Sumber : Buku Horonjeff :1994)

3. Berdasar Konfigurasi Landasan Pacu

a. Landasan Tunggal

Adalah konfigurasi yang paling berbentuk sederhana, sebagian besar lapangan terbang di Indonesia adalah landasan pacu tunggal. Kapasitas landasan tunggal dalam kondisi Visual Flight Rule (VFR) antara 45-100 gerakan tiap jam, sedangkan dalam kondisi Instrumen Flight Rule (IFR)

kapasitas berkurang menjadi 40-50 gerakan tergantung pada komposisi pesawat campuran beserta tersedianya alat bantu navigasi. Visual Flight Rule (VFR) adalah keadaan cuaca yang kurang baik terutama jarak pandang yang rendah menyebabkan penerbangan tidak dapat menerbangkan pesawatnya dengan cara konvensional, sedangkan Instrumen Flight Rule adalah teknologi penerbangan memungkinkan penerbang untuk menerbangkan pesawat tanpa melihat keluar, hanya mengikuti panduan instrument di dalam pesawat.

b. Landasan Paralel

Kapasitas landasan pacu sejajar terutama tergantung pada jumlah landasan dan pemisahan dua landasan yang biasanya adalah dua landasan sejajar atau empat landasan sejajar.

c. Landasan Dua Jalur

Landasan pacu dua jalur ini terdiri dari dua landasan yang sejajar dipisahkan berdekatan dengan exit taxiway secukupnya. Walaupun kedua landasan dapat dipakai untuk operasi penerbangan campuran, tetapi diinginkan operasinya diatur, landasan terdekat dengan terminal untuk keberangkatan pesawat dan landasan jauh untuk kedatangan pesawat. Keuntungan dari landasan pacu dua jalur adalah bisa meningkatkan kapasitas dalam IFR tanpa menambah luas tanah dan lalu lintas pesawat lebih banyak 60% dari landasan pacu tunggal dalam kondisi VFR diperhitungkan lalu lintas lebih banyak 70%.

d. Landasan Bersilangan

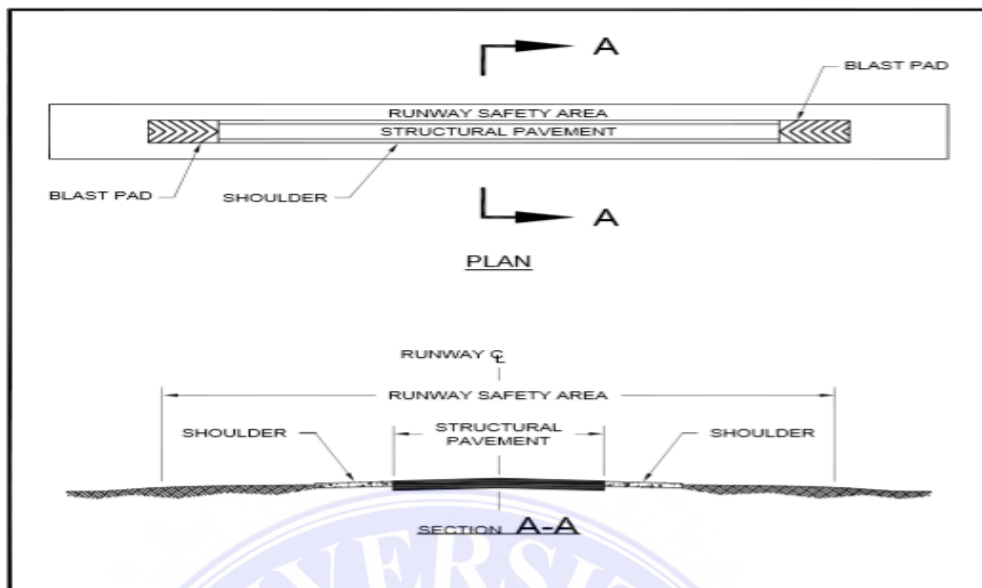
Landasan ini diperlukan jika angin yang bertiup keras lebih dari satu arah, yang akan menghasilkan tiupan angin berlebihan bila landasan mengarah kesatu mata angin (landasan ini banyak ditemukan di luar negeri). Perpotongan landasan tergantung pada perletakan di ujungnya atau ditengah. Apabila angin bertiup kencang pada satu arah maka hanya satu landasan yang berpotongan yang dapat digunakan, ini bisa mengurangi kapasitas tetapi lebih baik dari pada pesawat tidak bisa mendarat di daerah tersebut.

e. Landasan V Terbuka

Landasan ini dengan arah menyebar, tetapi tidak saling bepotongan disebut landasan V – terbuka. Landasan pacu ini disebabkan arah angin dari banyak arah, maka harus membuat landasan dengan arah. Ketika angin bertiup kencang dari satu arah, maka landasan hanya bisa dioperasikan satu arah saja, sedangkan pada angin yang bertiup lambat landasan dua-duanya bisa dipakai bersama-sama.

2.3.3 Elemen Landasan Pacu

Horonjeff (1993) menyebutkan bahwa sistem runway di suatu bandara terdiri dari perkerasan struktur, bahu landasan atau shoulder, bantal hembusan atau blast pad, dan daerah aman runway atau runway end safety area yang dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 2.1 *Element Landasan Pacu*

(Sumber : Buku Horonjeff :1994)

2.3.4. Kelengkapan Panjang Landasan Pacu

1. Lebar Landasan Pacu
2. Longitudinal Slope
3. Transverse Slope
4. Runway Shoulder
5. Runway Strip
6. RESA singkatan dari runway end safety area
7. Clearway
8. Stopway
9. Declared Distances
 - a. TORA adalah panjang landasan pacu yang tersedia yang digunakan untuk take-off.
 - b. TODA adalah panjang TORA ditambah panjang clearway jika ada.

- c. ASDA adalah panjang TORA ditambah dengan panjang stopway jika ada.
- d. LDA adalah panjang landasan pacu yang bisa digunakan untuk pendaratan.

2.3.5 Faktor yang Mempengaruhi Panjang Landasan Pacu



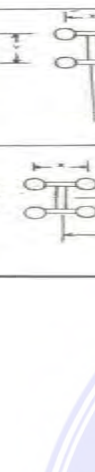

1. Kinerja atau Performance Jenis Pesawat Rencana

Setiap jenis pesawat mempunyai karakteristik dan kinerja yang spesifik sesuai dengan kriteria desain pada pesawat tersebut. Selain itu, berat pesawat juga mempunyai pengaruh terhadap kebutuhan panjang landasan pacu untuk tinggal landas atau take off maupun pendaratan atau landing. Berat pesawat terdiri dari berat dimensi aircraft dan konfigurasi roda pesawat saat pendaratan.

Selain berat pesawat, konfigurasi roda pendaratan utama sangat berpengaruh terhadap perancangan tebal lapis perkerasan. Pada umumnya konfigurasi roda pendaratan utama dirancang untuk menyerap gaya-gaya yang ditimbulkan selama melakukan pendaratan (semakin besar gaya yang ditimbulkan semakin kuat roda yang digunakan), dan untuk menahan beban yang lebih kecil dari beban pesawat lepas landas maksimum. Dan selama pendaratan berat pesawat akan berkurang akibat terpakainya bahan bakar yang cukup besar.

Konfigurasi roda pendaratan utama, ukuran dan tekanan pemompaan tipikal untuk beberapa jenis pesawat dilihat dalam Gambar 2. berikut:

Tabel 1-2

Konfigurasi roda pendaratan utama	Type pesawat	Ukuran (in)				Tekanan angin roda pesawat psi
		X	Y	Z	U	
 Single Wheel Gear	DC-9	25.0				152
	B-737	30.5				148
	B-727	34.0				158
 Dual Wheel Gear	DC-8-61	30.0	55.0			168
	DC-8-62	32.0	55.0			187
	DC-8-63	32.0	55.0			196
	DC-10-10	54.0	64.0			173
	B-720B	32.0	49.0			145
	B-707-120B	34.0	56.0			170
	B-707-320B	34.6	56.0			180
Comanche	26.4	65.7			184	
A-300-B	35.0	55.0			168	
 Dual Tandem Wheel Gear	747 A	44.0	58.0	121.2	142.0	204
	747, B, C, F	44.0	58.0	121.2	142.0	185
 Dual Tandem Wheel Gear	DC-10-30	54.0	64.0	30.0	216.0	157
	DC-10-40	54.0	64.0	30.0	216.0	165 +

Gambar 2.2 Konfigurasi Roda Pesawat

(Sumber: Buku Ir. Heru Basuki 1986)

2. Suhu Udara

Suhu udara di permukaan landasan pacu suatu bandar udara berpengaruh terhadap kebutuhan panjang landas pacu. Berdasarkan standar ISA singkatan dari International Standard Atmospheric Conditions, suhu standar yang ditetapkan untuk perhitungan panjang landas pacu adalah sebesar 15°C atau 27°F. Temperatur yang lebih tinggi dibutuhkan landasan yang lebih panjang.

3. Keadaan Angin

Untuk keperluan perencanaan, faktor angin baik itu berupa angin sakal atau head-wind ataupun angin buritan atau tail-wind perlu dipertimbangkan. Dalam perhitungan kebutuhan panjang landas pacu, keadaan angin pada umumnya diasumsikan dalam kondisi calm sehingga diabaikan.

2.3.6 Struktur Perkerasan Landasan Pacu

Perkerasan adalah struktur yang terdiri dari beberapa lapisan dengan kekerasan dan daya dukung yang berlainan. Perkerasan yang dibuat dari campuran aspal dengan agregat digelar diatas suatu permukaan material granular mutu tinggi disebut perkerasan lentur (flexible), sedangkan perkerasan yang dibuat dari slab slab beton (Portland Cement Concrete) disebut perkerasan Rigid. Perkerasan berfungsi sebagai tumpuan rata-rata pesawat, permukaan yang rata akan menghasilkan jalan pesawat yang baik, dari fungsinya maka harus dijamin bahwa tiap-tiap lapisan dari atas ke bawah cukup kekerasan dan ketebalannya sehingga tidak mengalami perubahan karena tidak mampu menahan beban. Pada umumnya susunan lapisan perkerasan landasan terdiri dari beberapa lapisan, yaitu:

1. Lapisan permukaan (surface course)
2. Lapisan pondasi atas (base course)
3. Lapisan pondasi bawah (subbase course)
4. Lapisan tanah dasar (subgrade)

Permukaan landasan pacu (runway) juga harus memenuhi standar/nilai keandalan (performance) agar pengoperasian suatu fasilitas teknik bandar udara dapat dipenuhi unsur keselamatan penerbangan yaitu:

I. Pavement Clasification Index (PCI)

Penelitian dilaksanakan secara visual pada permukaan perkerasan lentur maupun perkerasan kaku, diawali dengan membagi bidang

landasan menjadi bidang pias dengan panjang dan lebar yang telah ditentukan.

$$PCI = 100 - CDV$$

Satu sampel nilai $CDV < IDV$ diambil nilai terbesar yang dipakai

$CDV =$ Corrected Deduct Value

$IDV =$ Individual Deduct Value

Persyaratan kondisi permukaan perkerasan untuk operasi adalah $>45\%$

II. Kerataan (IRI/Integrated Roughnes Index)

Biasanya dilakukan pada daerah yang selalu dilewati oleh roda pesawat, (alat yang dipakai NAASRA) dimana alat ini akan menunjukkan bilangan atau angka kerataan suatu perkerasan secara maksimal.

III. Kekesatan permukaan perkerasan / Skid Resistance

a. MU-Meter

Kekesatan diukur dengan cara mengukur friksi antara roda dan permukaan perkerasan dan dilakukan pada permukaan perkerasan dalam kondisi basah dengan alat MU-Meter.

Selanjutnya pengujian kekesatan dilakukan dengan cepat dan menerus yang hasilnya berupa grafik serta menunjukkan besaran nilai SFC (Side Force Coeficien) kemudian hubungan antara nilai kekesatan/SFC dengan kondisi permukaan perkerasan versi GG.Giles adalah:

Tabel 2.2 Hubungan antara nilai SFC dengan kondisi permukaan

Nilai SFC	Resiko yang terjadi
>0,60	Kemungkinan kecelakaan sangat kecil, permukaan perkerasan dapat dikatakan kasar
0,55 - 0,60	Kemungkinan kecelakaan akan terjadi, permukaan perkerasan masih dalam kondisi kasar
0,40 - 0,55	Kecelakaan terjadi dan kondisi fatal, terjadi dalam bentuk slip

(Sumber: SKEP/77/VI/2005 Direktorat Jenderal Perhubungan Udara)

Angka Skid resistance yang direkomendasikan untuk operasional permukaan perkerasan adalah $> 0,6$ dengan alat ukur MU-Meter.

b. Grip tester

Angka kekesatan/skid resistance yang direkomendasikan untuk operasional permukaan perkerasan dengan alat grip tester adalah 0,74 – 0,53 (Annex14 – Aedromes, hal. 193)

(Sumber: SKEP/77/VI/2005 Direktorat Jenderal Perhubungan Udara)

4. Kemiringan Memanjang atau Longitudinal Slope

Faktor kemiringan memanjang landas pacu akan mempengaruhi kebutuhan panjang landas pacu cukup dominan dibandingkan dengan landas pacu horizontal atau rata. Kemiringan 1% akan menyebabkan kebutuhan panjang landas pacu bertambah sekitar 5% tergantung dari jenis pesawat yang beroperasi.

2.4 Dasar Perencanaan Bandar Udara

Perencanaan suatu bandar udara akan berbeda untuk setiap lokasinya.

Ada beberapa unsur perencanaan bandar udara, yaitu:

1. Perencanaan sistem

Perencanaan sistem mencakup tiga aspek yaitu perencanaan sistem tingkat nasional, perencanaan sistem tingkat regional, dan perencanaan sistem tingkat provinsi.

2. Perencanaan induk

Perencanaan induk dimaksudkan sebagai petunjuk pengembangan yang akan datang, agar dapat mengakomodasikan permintaan penerbangan sesuai dengan lingkungan, perkembangan masyarakat, moda angkutan, dan bandar udara lainnya. Menurut Federal Aviation Administration (FAA), penyusunan rencana induk terdiri dari:

a. Analisis kebutuhan

Analisis kebutuhan meliputi inventaris, perkiraan, permintaan kapasitas, kebutuhan akan fasilitas, dan studi lingkungan.

b. Pemilihan lahan

Pemilihan lahan meliputi analisis ruang udara, rintangan menuju ruang udara, dampak terhadap lingkungan, lokasi terkait dengan kebutuhan penerbangan, karakter fisik dari lokasi bandar udara, ketersediaan transportasi darat dan kebutuhan umum yang memadai, serta harga dan ketersediaan tanah.

c. Rancangan bandar udara

Rancangan bandar udara meliputi denah bandar udara, rencana penggunaan tanah, rencana area terminal, dan rencana jalan bandar udara.

d. Rencana keuangan

Rencana keuangan meliputi jadwal pembangunan atau pengembangan, perkiraan biaya pembangunan atau pengembangan, analisis kelayakan ekonomi, dan analisis kelayakan finansial.

3. Perencanaan proyek

Perencanaan proyek merupakan perencanaan yang diwujudkan dari perencanaan induk dengan durasi waktu yang lebih singkat.

2.5 Perencanaan Landasan Pacu

1. Koreksi elevasi

$$F_e = 1 + 0,07h / 300$$

Dengan: F_e = faktor koreksi elevasi

h = elevasi di atas permukaan laut (m)

2. Koreksi temperatur

$$F_t = 1 + 0,01 (T - 0,0065 h)$$

Dengan: F_t = faktor koreksi temperatur

T = temperatur di bandara ($^{\circ}\text{C}$), didapat dari data PT. Angkasa Pura II

3. Koreksi kemiringan

$$F_s = + 0,01S$$

Dengan: F_s = faktor koreksi kemiringan

S = kemiringan runway (%), didapat dari data PT. Angkasa Pura II

4. Panjang Landasan Pacu

$$ARFL = \frac{Lr}{Ft \times Fe \times Fs}$$

Dengan : Lr = Panjang runway rencana

Ft = Faktor koreksi temperatur

Fe = Faktor koreksi elevasi

Fs = Faktor koreksi kemiringan

Penentuan panjang landasan pacu akan bergantung kepada :

1. Akibat koreksi ketinggian,
2. Akibat koreksi temperatur,
3. Akibat koreksi gradient efektif.

2.5.1 Perencanaan Tebal Perkerasan Landasan Pacu

1. Tebal Perkerasan dengan Grafis

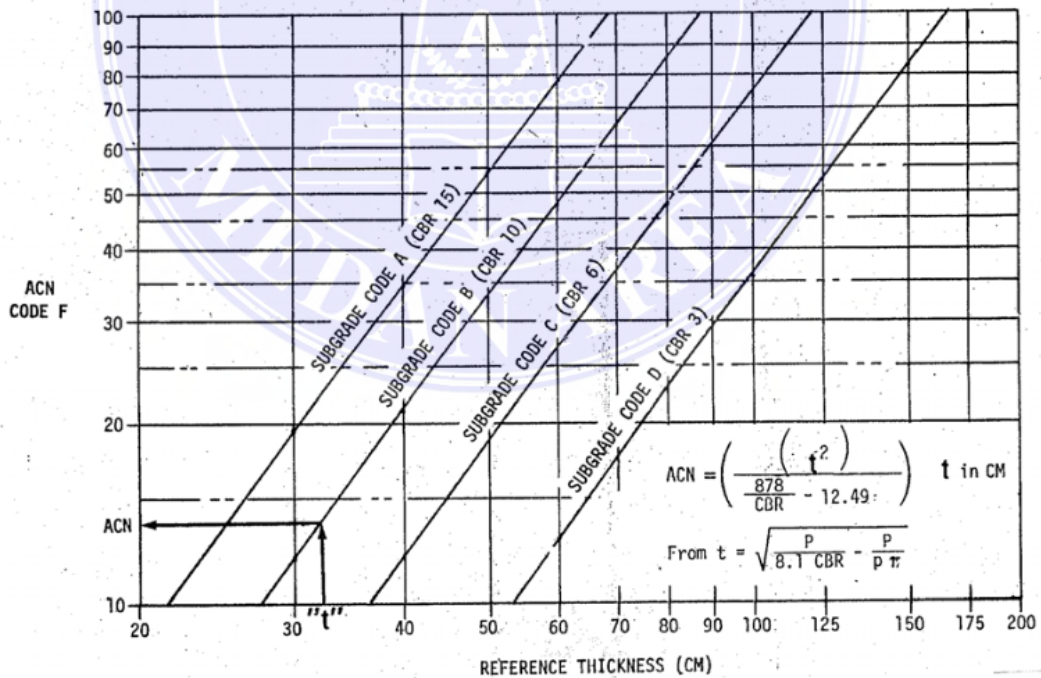
Metode FAA menganggap bahwa berat kotor pesawat atau gross weight aircraft dipikul oleh roda pendaratan utama atau main landing gear sebesar 95%, sedangkan sisanya dipikul oleh nose wheel.

Tabel 2.3 Konversi untuk 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
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 tandem	1,7

(Sumber: Buku Ir. Heru Basuki 1986)

2. Tebal Perkerasan dengan Analitis



Gambar 2.3 Kurva ACN untuk Perkerasan Lentur

(Sumber: Buku Ir. Heru Basuki 1986)

ACN adalah suatu nomor atau angka yang menyatakan kekuatan relatif yang memberikan pengaruh terhadap perkerasan dan ACN berasal dari beban roda pesawat jika berada di bandar udara.

$$ACN = \frac{t^2}{\frac{878}{\%CBR} - 12,49}$$

Dimana : t = tebal perkerasan yang dibutuhkan (cm), yang dapat dirumuskan menjadi :

$$t = \sqrt{\frac{P}{8,1 CBR} - \frac{P}{\rho \pi}}$$

Dimana : P = Beban yang dipikul oleh roda setelah dihitung ESWL (pound)

ρ = Tekanan Udara pada Roda (psi)

ESWL adalah nilai yang menunjukkan beban roda tunggal yang akan menghasilkan respon dari struktur perkerasan pada satu titik tertentu di dalam struktur perkerasan, dimana besarnya sama dengan beban yang dipikul pada titik roda pendaratan. Dalam penentuan nilai ESWL biasanya prosedur perhitungannya berdasarkan tegangan vertikal, lendutan, dan regangan.

Pesawat rencana dapat ditentukan dengan melihat jenis pesawat yang beroperasi dan besar MSTOW singkatan dari Maksimum Structural Take Off Weight dan data jumlah keberangkatan tiap jenis pesawat yang berangkat tersebut. Lalu dipilih jenis pesawat yang menghasilkan tebal perkerasan yang paling besar. Pemilihan pesawat rencana ini pada dasarnya bukanlah berasumsi harus berbobot

paling besar, tetapi jumlah keberangkatan yang paling banyak melalui runway yang direncanakan. Pesawat rencana kemudian ditetapkan sebagai pesawat yang membutuhkan tebal perkerasan yang paling besar dan tidak perlu pesawat yang paling besar yang beroperasi di dalam bandara.

Jumlah total repetisi beban pesawat rencana yang telah dihitung dalam bentuk ESWL selama umur rencana digunakan untuk menghitung tebal perkerasan total. Total repetisi pesawat rencana tersebut mencakup data keberangkatan dan kedatangan pesawat rencana. Dari data yang diperoleh maka dapat ditentukan jumlah lintasan pesawat tahunan yang direncanakan dengan cara mengalikan jumlah penerbangan setiap minggunya dalam satu tahun.

Dari sudut pandang struktural, sebuah pesawat dapat beroperasi pada suatu Bandar udara dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Nilai ACN lebih kecil atau sama dengan PCN
2. Tekanan ban/roda pesawat tidak melebihi tekanan roda batas yang diijinkan pada perkerasan.
3. Mematuhi berbagai perbatasan berat maksimum yang diijinkan, terutama untuk pesawat yang mempunyai berat lebih kecil atau sama dengan 5700 kg.

Operator pesawat harus terlebih dahulu melaporkan pada operator Bandar udara yang berwenang, jika pesawatnya akan beroperasi di atas nilai pavement strength atau PCN yang dilaporkan. Kriteria berikut disarankan untuk menentukan dapat tidaknya diterima suatu pesawat terbang beroperasi overload pada perkerasan.

1. Untuk perkerasan lentur, nilai ACN maksimal yang diijinkan adalah 10% di atas PCN yang dilaporkan.
2. Untuk perkerasan kaku, nilai ACN maksimal yang diijinkan adalah 5% di atas nilai PCN yang dilaporkan.
3. Untuk perkerasan yang strukturnya tidak diketahui, nilai ACN maksimal yang diijinkan adalah 5% di atas PCN yang dilaporkan.
4. Jumlah pergerakan overload tiap tahun maksimal 5% dari total pergerakan pesawat tiap tahun.

2.6 Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Panjang Runway

Lingkungan Bandara yang berpengaruh terhadap panjang runway adalah: temperatur, angin permukaan (surface wind), kemiringan runway (effective gradient), elevasi runway dari permukaan laut (altitude) dan kondisi permukaan runway. Sesuai dengan rekomendasi dari International Civil Aviation Organization (ICAO) bahwa perhitungan panjang runway harus disesuaikan dengan kondisi lokal lokasi Bandara. Metoda ini dikenal dengan metoda Aeroplane Reference Field Length (ARFL). Menurut International Civil Aviation Organization (ICAO), Aeroplane Reference Field Length (ARFL) adalah runway minimum yang dibutuhkan untuk lepas landas pada maximum certificated take off weight, elevasi muka laut, kondisi standard atmosfer, keadaan tanpa ada angin, runway tanpa kemiringan (kemiringan = 0). Jadi didalam perencanaan persyaratan - persyaratan tersebut harus dipenuhi dengan melakukan koreksi akibat pengaruh dari keadaan lokal. Adapun uraian dari faktor koreksi tersebut adalah sebagai berikut:

1. Koreksi ketinggian (elevasi) Menurut International Civil Aviation Organization (ICAO) bahwa panjang runway bertambah sebesar 7% setiap kenaikan 300 m (1000 ft) dihitung dari ketinggian di atas permukaan laut.

Maka rumusnya adalah:

$$Fe = 1 + 0,07 \frac{h}{300}$$

Dengan, Fe : Faktor koreksi elevasi

h : Elevasi di atas permukaan laut (m)

2. Koreksi temperatur

Pada temperatur yang lebih tinggi dibutuhkan runway yang lebih panjang sebab temperatur tinggi akan menyebabkan kepadatan (density) udara yang rendah, menghasilkan output daya dorong yang rendah. Suhu temperatur standar adalah 15°C atau 59°F . Menurut ICAO panjang runway harus dikoreksi terhadap temperatur sebesar 1% untuk setiap kenaikan 1°C . Sedangkan untuk setiap kenaikan 1000 m dari permukaan laut temperatur akan turun 6.5°C . Dengan dasar ini International Civil Aviation Organization (ICAO) menetapkan hitungan koreksi temperatur dengan rumus: $Ft = 1 + 0,01 \{ T - (15 - 0,0065 \times h) \}$

Dengan, Ft : Faktor koreksi temperatur

T : Temperatur di bandara ($^{\circ}\text{C}$)

3. Koreksi kemiringan runway

Kemiringan (slope) memerlukan runway yang lebih panjang untuk setiap kemiringan 1%, maka panjang runway harus ditambah dengan 10%.

Faktor koreksi kemiringan runway dapat dihitung dengan persamaan berikut: $F_s = 1 + (0,1 S)$

Dengan, F_s : Faktor koreksi kemiringan

S : Kemiringan runway (%)

4. Koreksi angin permukaan (surface wind)

Panjang runway yang diperlukan lebih pendek bila bertiup angin haluan (head wind) dan sebaliknya bila bertiup angin buritan (tail wind) maka runway yang diperlukan lebih panjang. Angin buritan (tail wind) maksimum yang diizinkan bertiup dengan kekuatan 10 knots. Tabel 2.3 berikut memberikan perkiraan pengaruh angin terhadap panjang runway.

Tabel 2.4 Pengaruh Angin Permukaan Terhadap Panjang Runway

Kekuatan Angin	Persentase Pertambahan / pengurangan Runway
+5	-3
+10	-5
-5	+7

(Sumber: Buku Ir. Heru Basuki 1986)

Untuk perencanaan Bandara diinginkan tanpa tiupan angin tetapi tiupan angin lemah masih baik.

5. Kondisi permukaan runway

Untuk kondisi permukaan runway hal sangat dihindari adalah adanya genangan tipis air (standing water) karena membahayakan operasi pesawat. Genangan air mengakibatkan permukaan yang sangat licin bagi roda pesawat yang membuat daya pengereman menjadi jelek dan yang paling berbahaya lagi adalah terhadap kemampuan kecepatan pesawat

untuk lepas landas. Menurut hasil penelitian NASA dan FAA tinggi maksimum genangan air adalah 1,27 cm. Oleh karena itu drainase Bandara harus baik untuk membuang air permukaan secepat mungkin. Jadi panjang runway minimum dengan metoda ARFL dihitung dengan persamaan berikut:

$$ARFL = \frac{PL}{F_e \times F_t \times F_s}$$

Dengan, PL : Panjang runway aktual

Ft : Faktor koreksi temperatur

Fe : Faktor koreksi elevasi

Fs : Faktor koreksi kemiringan

Setelah panjang runway menurut ARFL diketahui dikontrol lagi dengan Aerodrome Reference Code (ARC) dengan tujuan untuk mempermudah membaca hubungan antara beberapa spesifikasi pesawat terbang dengan berbagai karakteristik Bandara. Kontrol dengan ARC dapat dilakukan berdasarkan pada tabel 2.4 berikut:

Tabel 2.5 Aerodrome Reference Code (ARC)

Kode Elemen I		Kode Elemen II		
Kode Angka	ARFL (m)	Kode Huruf	Bentang Sayap (m)	Jarak terluar pada pendaratan (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	>1800	D	36 – 52	9 – 14
		E	52 – 60	9 – 14

(Sumber :Buku Horonjeff hal 286)

2.7 Metode- Metode Perencanaan Perkerasan

Ada beberapa macam metode perencanaan perkerasan lapangan terbang, antara lain adalah:

2.7.1 Metode Perencanaan Test CBR

Metode CBR pertama-tama dipakai oleh badan California Division Of Highway, bina marga Negara bagian California di Amerika pada tahun 1928, orang yang menghasilkan metode ini bernama O.J. PORTER. Karena cepat dan sederhananya metode ini lalu diambil oleh Corps Of Engineer Angkatan Darat Amerika, beberapa saat setelah perang dunia ke II. Kebutuhan mendesak sesudah perang dunia ke II, untuk membangun lapangan terbang, jalan-jalan raya, tanpa ditunda-tunda. Maka Angkatan Darat Amerika mengambil metode yang sederhana

dan cepat ini, sebab saat itu belum ada metode yang tersedia khusus untuk perkerasan lapangan terbang.

Untuk mengembangkan sebuah metode perencanaan perkerasan lapangan terbang yang baru sudah tidak memungkinkan mengingat program-program mendesak untuk mengatasi akibat perang. Pada saat menentukan pilihan metode mana yang patut dipakai dalam perencanaan perkerasan lapangan terbang telah dibuat beberapa kriteria sebagai dasar pemilihan, antara lain:

- a. Prosedur test untuk subgrade dan komponen-komponen perkerasan lainnya cukup sederhana
- b. Metodenya telah menghasilkan perkerasan yang memuaskan
- c. Dapat dipakai untuk mengatasi persoalan-persoalan perkerasan lapangan terbang dalam waktu yang relatif singkat.

Dari kriteria diatas, telah memenuhi persyaratan metode CBR. Penggunaan metode CBR memungkinkan perencanaan untuk menentukan ketebalan lapisan-lapisan subbase, base course dan surface yang diperlukan dengan memakai kurva-kurva design dengan test-test lapisan tanah yang sederhana. Test CBR menyatakan index kuat geser tanah, pada dasarnya test diadakan dengan memadatkan tanah 4,5kg kedalam cetakan silinder 152mm (6”), tempatkan beban diatas contoh tanah yang dipadatkan tadi, selanjutnya ada dua CBR direndam dan tidak direndam. CBR contoh direndam, rendamlah contoh dalam silinder yang dibebani tadi dalam air selama 4 hari atau menurut spesifikasi, lalu penetrasilah contoh tanah tadi dengan torak penetrasi lebih kurang 2” dengan variasi pembebanan. Harga CBR contoh tanah adalah daya tahan tanah terhadap penetrasi

dibandingkan dengan daya tahan batu pecah standart terhadap pembebanan yang sama.

Pemilihan merendam contoh tanah selama 4 hari, sebab sebagian besar tanah akan mengalami jenuh air sesudah direndam selama 4 hari. Maka contoh tanah yang direndam mewakili kondisi tanah paling jelek hubungannya dengan kemampuan beban pada perkerasan struktural.

Untuk jelasnya penelitian CBR baca “Manual Pemeriksaan Bahan Jalan” Direktorat Jenderal Bina Marga No. 01/MN/BM/1976 pemeriksaan No. 0113-76 identik dengan pemeriksaan AASHTO T 193-74 atau ASTM .D-1883-73. Beban yang diletakkan diatas silinder contoh tanah sebelum direndam dalam air disebut “surcharge”, besarnya beban surcharge berkaitan dengan beban perkerasan struktural.

Apabila tanah asli karena sesuatu alasan tidak bisa diperbaiki dengan pemadatan, test CBR-nya diadakan pada contoh tanah yang tidak terganggu. Akan tetapi bila tanah subgrade mempunyai jenis tanah yang menghasilkan daya dukung tinggi dengan pemadatan maka prosedur test CBR-nya harus dimodifikasi.

Sebagaimana diketahui, test standart pemadatan adalah contoh tanah dalam silinder, dengan 3 lapisan, beban pemadat 2,5 kg dan tinggi jatuh 30 cm. maka untuk lapangan terbang dengan subgrade pada jenis tanah yang baik, test pematannya harus dimodifikasi oleh AASHTO adalah contoh tanah pada silinder yang sama, tanah contoh 5 lapisan, berat pemadat 4,5 kg dan tinggi jatuh pemadat 45 cm. tiap–tiap lapis dipadatkan dengan 55 kali pukulan.

2.7.2 Metode FAA

Metode perencanaan perkerasan yang dikembangkan oleh FAA, pada dasarnya ialah analisa statistik perbandingan-perbandingan kondisi lokal dari tanah, sistem drainage (saluran), cara pembebanan untuk berbagai tingkah laku beban. Topografi, jenis-jenis lapisan tanah, serta evaluasi air tanah akan berpengaruh besar terhadap sistem drainage dilapangan. Drainage yang jelek akan menghasilkan subgrade yang tidak stabil, dengan sistem drainage yang baik akan menghindarkan subgrade dari genangan air permukaan.

FAA telah membuat klasifikasi tanah untuk perencanaan perkerasan. Tanah diklasifikasikan menjadi 13 klas dari E1 sampai E13, klasifikasi ini diambil dari buku Airport Paving FAA-AC-150/5320-6B.

Grup E1

Adalah jenis tanah yang mempunyai gradasi baik, kasar, butiran butirannya tetap stabil walaupun sistem drainage-nya tidak baik. Di Negara negara dingin jenis tanah ini tidak terpengaruh oleh salju yang merugikan. Biasanya terdiri dari pasir bergradasi baik, kerikil tanpa butiran-butiran halus. Didaerah dengan salju yang kuat, tanah harus di check kandungan material yang diameter butirannya kurang dari 0,02 mm.

Grup E2

Jenis tanah ini tidak jauh berbeda dengan jenis tanah grup E1, tetapi kandungan pasirnya lebih sedikit, dan mungkin mengandung prosentase lumpur dan tanah liat

yang lebih banyak. Jenis tanah ini juga bisa menjadi tidak stabil apabila sistem drainage-nya tidak baik.

Grup E3 dan E4

Tanah ini terdiri dari tanah berbutir halus, tanah berpasir dengan gradasi lebih jelek dibanding dengan Jenis tanah grup E1 dan E2. Biasanya terdiri dari pasir berbutir halus tanpa daya kohesi atau tanah liat berpasir dengan kualitas pengikatan mulai dari cukup sampai baik. Tanah ini kurang stabil dibanding tanah grup E2 dibawah pengaruh kondisi sistem drainage yang tidak baik.

Grup E5

Tanah ini terdiri dari tanah bergradasi jelek, dengan kandungan lumpur dan tanah liat campuran lebih dari 35% tetapi kurang dari 45%. Tanah dengan kandungan lumpur plus tanah liat kurang dari 45% harga plasticity index-nya antara 10-15.

Grup E6

Jenis tanah ini terdiri dari lumpur dan lumpur berpasir dengan plasticity yang sangat rendah. Tanah ini relatif stabil bila kering atau pada moisture content rendah. Stabilitasnya akan hilang dan menjadi sangat lembek dalam keadaan basah, maka sangat sukar dipadatkan kecuali jika moisture contentnya betul-betul di kontrol dengan teliti sesuai kebutuhan.

Grup E7

Termasuk didalamnya tanah liat berlumpur, tanah liat berpasir, pasir berlumpur dan lumpur berlumpur mempunyai rentang consistency kaku sampai lunak

ketika kering dan plastis ketika basah. Jenis tanah ini dipadatkan akan kaku dan padat moisture content yang tepat. Perubahan kelembaban akan menghasilkan perubahan volume tanah. Tekanan kapilernya sangat kuat, tetapi kenaikan air kapilernya lebih lambat dibandingkan pada tanah grup E6.

Grup E8

Tanah ini tidak jauh berbeda dengan tanah grup E7, tetapi pada liquid limit yang lebih tinggi akan menghasilkan derajat pemampatan yang lebih besar, pengembangan pengaturan dan stabilitas yang lebih rendah di bawah kondisikelembaban yang kurang menguntungkan.

Grup E9

Terdiri dari campuran lumpur dan tanah liat, sangat elastis dan sangat sulit dipadatkan. Stabilitasnya rendah, baik keadaan basah atau kering.

Grup E10

Adalah jenis tanah liat berlumpur dan tanah liat yang membentuk gumpalan keras dalam keadaan kering, serta sangat plastis bila basah. Pada pemadatan perubahan volumenya sangat besar, mempunyai kemampuan mengembang menyusut dan derajat elastisnya tinggi. Jenis tanah ini lebih sukar dipadatkan dibanding tanah grup E7 dan E8, membutuhkan kontrol kelembaban yang lebih teliti agar menghasilkan penimbunan yang stabil dan padat.

Grup E11

Serupa dengan tanah grup E10, tetapi mempunyai liquid limit yang lebih tinggi, termasuk di dalamnya tanah dengan liquid limit antara 70-80 dengan plasticity index-nya di atas 30.

Grup E12

Jenis-jenis tanah yang mempunyai liquid limit di atas 80 tidak diukur berapapun plasticity index-nya. Bisa terbentuk oleh tanah liat dengan plastisitas tinggi, sangat baik dengan adanya kelembaban atau bahan-bahan organik dalam jumlah yang berlebihan.

Grup E13

Meliputi semua jenis tanah rawa organik, seperti gambut, mudah dikenal dilapangan. Dalam keadaan asli, sangat rendah stabilitasnya, sangat rendah density-nya, sangat tinggi kelembabannya.

(Sumber : Buku IR. Heru Basuki 1986)

2.8 Alat Bantu Pendaratan

Di dalam FAR part 77 dan ICAO Annex 14 part IV membicarakan ruangan imajiner. Bandar Udara dengan luas tertentu untuk kepentingan operasi pesawat dan navigasi udara. Di dalam part 77 Bandar Udara diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Landasan Visuil

Adalah landasan yang semata – mata hanya untuk operasi pesawat dengan menggunakan prosedur *visuil approach*. Alat – alat bantu navigasi penerbangan untuk landas pacu yang dilengkapi dengan alat bantu navigasi penerbangan *Non Directional Beacon* (NDB).

2. Non Precision Instrument

Adalah landasan yang mempunyai prosedur pendaratan dengan instrument, dengan tuntunan horizontal atau dengan peralatan navigasi tipe area. Alat – alat bantu navigasi penerbangan untuk landas pacu yang dilengkapi dengan alat bantu navigasi penerbangan *Doppler Very High Frequency Directional Omni Range* (DVOR).

3. Precision Instrument

Adalah landasan dengan prosedur pendaratan instrument, menggunakan sebuah *Instrument Landing System* (ILS) atau pendaratan tepat dengan radar (*Precision Approach Radar/ PAR*). Dengan tujuan menentukan apakah sebuah benda merupakan halangan bagi navigasi udara dibuat beberapa permukaan imajiner di sekeliling di atas Bandara dengan pandangan sentral landasan.

2.8.1 Marka

Berdasarkan keputusan Direktorat Jendral Perhubungan Udara dan Direktorat Keselamatan Udara melalui modul yang berjudul *Safety Regulation* yang dimaksud dengan marka adalah suatu tanda yang dituliskan atau digambarkan diatas permukaan daerah pergerakan pesawat dengan maksud untuk

memberikan suatu petunjuk, menginformasikan suatu kondisi (gangguan/larangan) atau menggambarkan batas – batas.

Bandar Udara wajib menerapkan persyaratan marka, memelihara kondisi marka yang terdapat didaerah pergerakan sehingga dapat terlihat jelas dan memberikan informasi dengan jelas sesuai dengan standar.

Marka didaerah pergerakan dituliskan atau digambarkan atau dibuat / ditempatkan pada permukaan *runway*, *taxiway*, dan *apron*. Marka *runway* terdiri dari :

1. Runway Side Stripe Marking
2. Runway Designation Marking
3. Threshold Marking
4. Runway Centre Line Marking
5. Aiming Point Marking
6. Touchdown Zone Marking

2.8.2 Airfield Lighting System

Kebutuhan penerbang akan alat bantu visual, sejak awal mula penerbangan. Penerbang telah menggunakan tanda – tanda di darat sebagai alat bantu navigasi ketika mendekati suatu Bandar Udara, seperti halnya dengan pelaut menggunakan di tepi pantai ketika mendekati pelabuhan. Penerbang membutuhkan alat bantu baik dalam cuaca baik maupun dalam cuaca buruk, pada siang hari maupun malam hari.

Airfield Lighting System (AFL) merupakan alat bantu navigasi udara yang berfungsi membantu dan melayani pesawat terbang selama tinggal landas,

mendarat dan melakukan taxi agar dapat bergerak secara efisien dan aman. Fasilitas ini terdiri dari lampu – lampu khusus, yang memberikan isyarat dan informasi secara visual kepada penerbang terutama pada waktu penerbang akan melakukan pendaratan atau tinggal landas. Isyarat dan informasi visual ini disediakan dengan mengatur konfigurasi warna dan intensitas cahaya dari lampu – lampu khusus tersebut. Pada umumnya, sewaktu akan melakukan pendaratan atau tinggal landas, penerbangan lebih mengandalkan penglihatannya ke luar pesawat dari pada melihat instrument yang terdapat dalam *cockpit* pesawatnya.

Fasilitas *Airfield Lighting System* (AFL) tidaklah diperlukan hanya karena cahaya atau penerangan yang dipancarkan, melainkan lebih pada isyarat dan informasi yang disediakan. Karena itu, fasilitas ini tidaklah diperlukan pada malam hari saja, namun pada siang hari dalam cuaca buruk dan setiap kali atas permintaan penerbangan. mKebutuhan akan instalasi fasilitas *Airfield Lighting System* (AFL) ditentukan menurut kelas Bandar Udaranya dan kategori dari runwaynya. Semua fasilitas *Airfield Lighting System* (AFL) ini dioperasikan dan dikendalikan secara jarak jauh dari tower oleh petugas *Air Traffic Control* (ATC).

Karena operasi penerbangan meliputi dunia internasional, maka standarisasi atau pembakuan instalasi fasilitas *Airfield Lighting System* (AFL) tersebut merupakan suatu persyaratan yang sangat penting. Standarisasi ini ditetapkan oleh *International Civil Aviation Organization* (ICAO) dan wajib dipatuhi oleh semua Negara di dunia. Seperti halnya fasilitas navigasi udara, maka terhadap fasilitas *Airfield Lighting System* (AFL) harus dilakukan *flight calibration* secara berkala, menurut prosedur dan tata cara yang juga ditetapkan oleh *International Civil Aviation Organization* (ICAO).

Sesuai dengan kelas Bandarannya atau juga karena keadaan cuaca pada umumnya di Bandara itu. Fasilitas *Airfield Lighting System* (AFL) dapat diinstalasi *High Intensity, Medium Intensity atau Low Intensity*. Disini, intensitas mengacu pada intensitas pancaran cahaya lampu – lampu dari fasilitas tersebut. Dengan perkataan lain, besaran watt dari lampu – lampunya.

Mengingat pentingnya fasilitas *Airfield Lighting System* (AFL) untuk memberikan pelayanan dan bantuan bagi keselamatan operasi pesawat terbang. Maka setiap fasilitas telah didesain untuk tujuan tertentu dan masing – masing fasilitas menjadi penyumbang bagi tercapainya tujuan utamanya yaitu keselamatan penerbangan.

Maka perencanaan yang matang dalam pemasangan *Airfield Lighting System* (AFL) di Bandar Udara harus memperhatikan :

1. Klasifikasi *Airfield Lighting System*
2. Utility *Airfield Lighting System*
3. Persyaratan teknis
4. Installation design

Airfield Lighting System (AFL) atau alat bantu pendaratan visual, yaitu merupakan fasilitas pada Bandar Udara untuk membantu pendaratan secara visual. Serta menunjang pendaratan dan tinggal landas pada kondisi cuaca buruk atau penerbangan malam guna mempertinggi tingkat pelayanan keselamatan penerbang.

a. Peralatan *Airfield Lighting System* (AFL)

Airfield Lighting System (AFL) meliputi peralatan–peralatan sebagai berikut:

1. Threshold Lighting

Threshold Lighting adalah rambu penerangan yang berfungsi sebagai penunjuk ambang batas landasan. Dipasang pada batas ambang landasan pacu dengan menggunakan filter hijau dan merah.

2. Taxiway Lighting

Taxiway Lighting adalah rambu penerangan yang terdiri dari lampu – lampu yang memancarkan cahaya biru yang dipasang pada tepi kiri dan kanan *taxiway*. Berfungsi memandu penerbang untuk mengemudikan pesawat terbangnya dari *apron* ke landasan pacu.

3. Runway End Identification Lighting

Dua (2) unit lampu yang berkedip (*flash*) terpasang di kedua sisi ujung landasan.

4. Flood Lighting

Flood Lighting adalah lampu penerangan untuk menerangi latar tempat parkir pesawat terbang.

5. Approach Lighting

Approach Lighting adalah instalasi penerangan bagi ancangan pendaratan yang dipasang simetris dari ujung perpanjangan landasan pacu.

6. Precision Approach Path Indicator

Precision Approach Path Indicator (PAPI) yaitu alat bantu / panduan pendaratan visual yang memancarkan cahaya untuk memberi informasi kepada penerbang mengenai sudut luncur (*slope angle*) yang benar, untuk

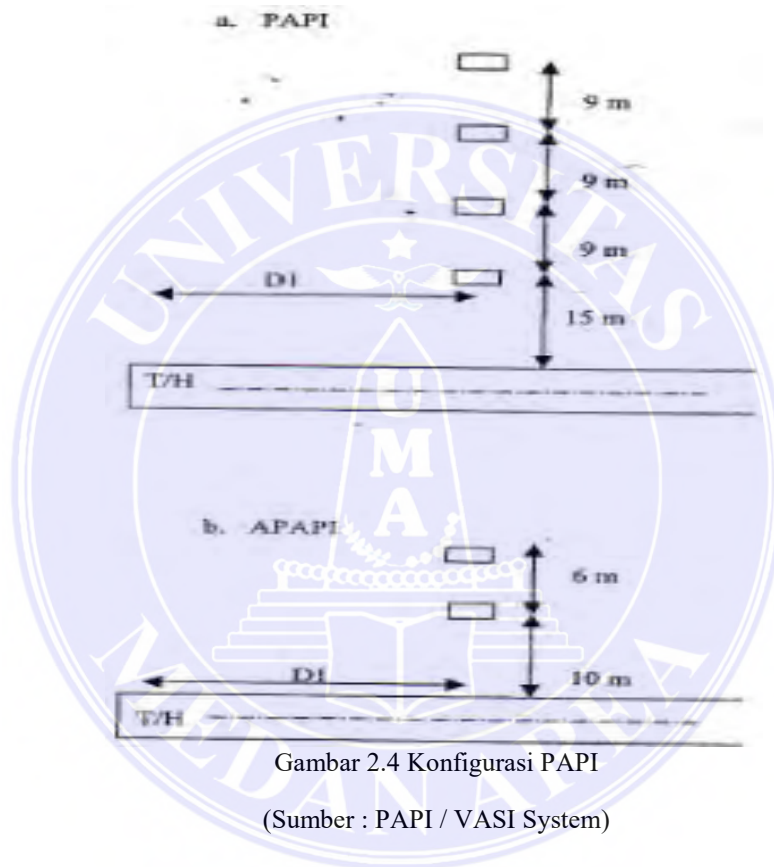
memandu penerbang melakukan pendekatan menuju titik pendaratan yang digunakan pada siang atau malam hari.

Pemakaian *Precision Approach Path Indicator* (PAPI) tidak memerlukan tambahan instrument apapun pada pesawat terbang, jadi setiap penerbang dapat mempergunakannya segera setelah alat tersebut terpasang di Bandar Udara. Dengan berpedoman *Precision Approach Path Indicator* (PAPI), penerbang dapat mengetahui posisinya dengan tepat pada sudut pendaratan, serta dapat mengetahui dengan segera setiap penyimpangan dari jalur yang benar dan penerbang pada saat itu dapat segera melakukan koreksi /pembenaran arah / sudut pendaratan.

Pada konfigurasi dua sisi, masing – masing unit dari kedua sisi landasan harus disetel secara tepat dan secara terus menerus penampilan harus tetap sama dilihat oleh penerbang. Beberapa alasan yang menjadikan acuan dalam pemilihan pemasangan *Precision Approach Path Indicator* (PAPI) dua sisi adalah :

1. Berdasarkan prinsip kerja, *Precision Approach Path Indicator* (PAPI) harus menampilkan secara terus menerus empat sinyal yang dipancarkan oleh 4 unit box, dimana setiap sinyal yang dilihat sangat tergantung pada situasi / posisi pesawat udara terhadap sudut pendaratan.
2. Pemasangan *Precision Approach Path Indicator* (PAPI) dua sisi akan memberikan keyakinan yang lebih bagi penerbang, karena penerbang akan memperoleh informasi yang sama dari sisi lain atau dapat dipergunakan sebagai pembanding.

Kebutuhan area minimal yang diperlukan pada pemasangan *Precision Approach Path Indicator* (PAPI) adalah 42 ± 1 meter (dimana bila jarak antara box tidak mencukupi 9 meter dapat direduksi menjadi 6 meter) dan apabila kebutuhan area tersebut tidak dapat dipenuhi, maka dapat dilaksanakan pemasangan APAPI (*simple PAPI*).



Gambar 2.4 Konfigurasi PAPI
(Sumber : PAPI / VASI System)

7. Rotating Beacon atau Petunjuk Lokasi Bandar Udara

Rotating Beacon adalah dua rambu sumber cahaya bertolak belakang yang dapat berputar sehingga dapat memancarkan cahaya berputar yang diberi warna hijau dan putih untuk akan didarati. Pada umumnya dipasang di atas *tower*.

8. Turning Area Light

Turning Area Light adalah lampu untuk memberi tanda bahwa disitu terdapat tempat pemutaran pesawat terbang.

9. Squence Flasher Lighting

Squence Flasher Lighting adalah lampu berkedip berurutan sebagai alat bantu pendekatan bagi pesawat terbang pada jalur dan posisi di tengah landasan sebelum pesawat tersebut mendarat.

10. Obstruction Light

Obstruction Light adalah lampu hambatan kesegala arah yang digunakan untuk menunjukkan ketinggian suatu bangunan yang dapat menyebabkan halangan / gangguan pada penerbangan.

11. Wind Cone

Wind Cone adalah suatu tanda yang memberi tahu arah angin bagi pendaratan atau lepas landas suatu pesawat terbang.

12. Constant Current Regulation

Constant Current Regulation adalah pengatur arus agar konstan sesuai yang diinginkan. Biasanya digunakan pada peralatan yang mengatur arus konstan untuk rambu – rambu pada peralatan visual.

b. Klasifikasi *Airfield Lighting System* (AFL)

Airfield Lighting System (AFL) dapat disebut juga dengan *Aeronautical Lights*. Yang diklasifikasikan berdasarkan kepentingan dan penggunaan di suatu Bandar Udara.

a. *Airway Lighting*

Pengertian *Airway* adalah suatu control area berbentuk koridor atau lorong yang dilengkapi dengan fasilitas bantuan navigasi udara dan bantuan panduan dari stasiun – stasiun di darat bagi operasi penerbangan.

b. *Airport Lighting*

Airport Lighting pengertiannya mencakup visual aids dan berbagai instalasi penerangan listrik lainnya di Bandara seperti penerangan di *apron* untuk naik turunnya penumpang dan bongkar muat barang. Instalasi penerangan jalan dilingkungan Bandara, instalasi tempat parkir kendaraan *airport lighting* dibagi menjadi 3 fungsi :

1. Landing and Take Off Lighting

Alat bantu pendaratan visual guna mendukung kegiatan operasional pesawat terbang pada saat tinggal landas maupun mendarat disuatu Bandara

2. Runway Light System

3. Other

Ini merupakan peralatan yang memberikan berbagai informasi kepada penerbang dan juga kepada para petugas Bandar Udara serta penerangan di *apron* pada saat pesawat menaikkan atau menurunkan penumpang pada malam hari.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan cara ilmiah dalam mencari dan mendapatkan data, serta memiliki kaitan dengan prosedur dalam melakukan penelitian dan teknis penelitian. Proses perencanaan dalam melakukan penelitian perlu dilakukan analisis yang teliti, semakin rumit permasalahan yang dihadapi semakin kompleks pula analisis yang akan dilakukan. Materi pokok yang akan diteliti dalam skripsi ini adalah evaluasi perhitungan tebal perkerasan runway di Bandar Udara Binaka Gunungsitoli sesuai dengan syarat dan Keputusan Menteri Perhubungan KM 47 tahun 2002.

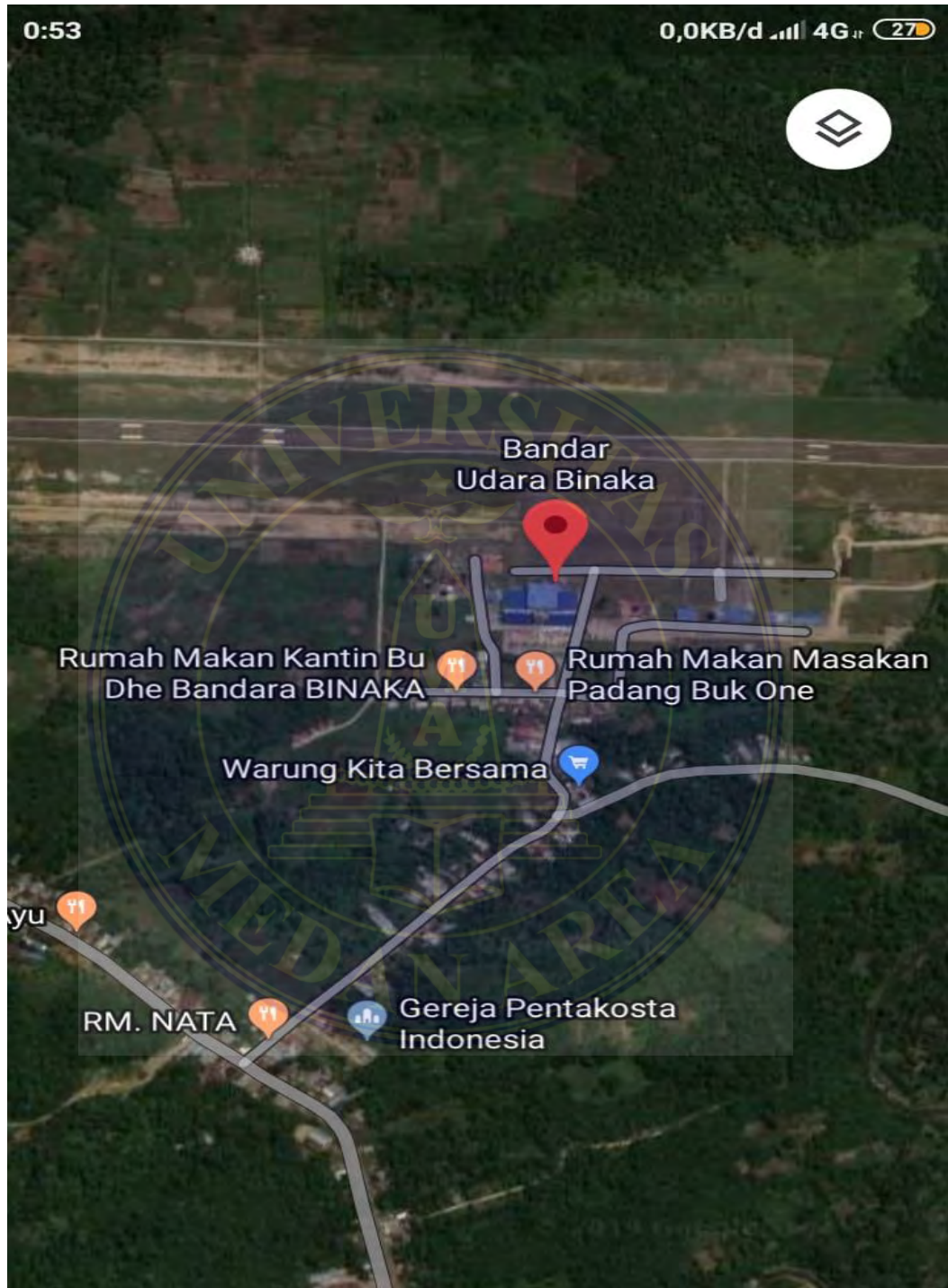
3.2 Jenis Penelitian

Ada dua macam penelitian yang dilakukan yaitu:

1. Studi kepustakaan yaitu dengan mengumpulkan buku-buku referensi tentang hal-hal yang berhubungan dengan bagaimana proses perencanaan tebal lapisan perkerasan landasan pacu bandar udara.
2. Studi lapangan Studi ini dilakukan langsung dilokasi penelitian dengan melakukan konsultasi (wawancara) keinstansi terkait yang mengerti tentang proses perencanaan tebal lapisan perkerasan landasan pacu.

3.3 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Bandar Udara Binaka Gunungsitoli, Nias.



Gambar 3.1 Lokasi Survei
(Sumber : Google.peta lokasi bandara Binaka Gunungsitoli, Nias)



Gambar 3.2 Landasan Pacu Bandar Udara Binaka-Gunungsitoli, Nias
(Sumber : Bandar Udara Binaka-Gunungsitoli, Nias Tahun 2019)

3.4 Tahap Penelitian

Penelitian tersebut akan dilaksanakan dengan tahapan sebagai berikut:

a. Tahap persiapan penelitian

Persiapan penelitian meliputi penjabaran maksud dan tujuan penelitian, penyiapan metodologi penelitian, check list kebutuhan pelaksanaan penelitian, kajian awal hasil studi kepustakaan dan perencanaan terkait.

b. Tahap pengumpulan data

Dalam proses pengumpulan dan pengolahan data, baik data skunder maupun data primer dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data tentang perencanaan tebal lapisan perkerasan landasan pacu dari berbagai literature, jurnal serta buku-buku lainnya sebagai dasar pertanyaan untuk melakukan wawancara.
2. Melakukan wawancara keinstansi terkait yakni Unit Pengelola Bandar Udara Binaka-Gunungsitoli, Nias.

c. Tahap Analisis

Merupakan kajian data primer dan sekunder untuk Penentuan Tebal Lapisan Perkerasan Landasan Pacu :

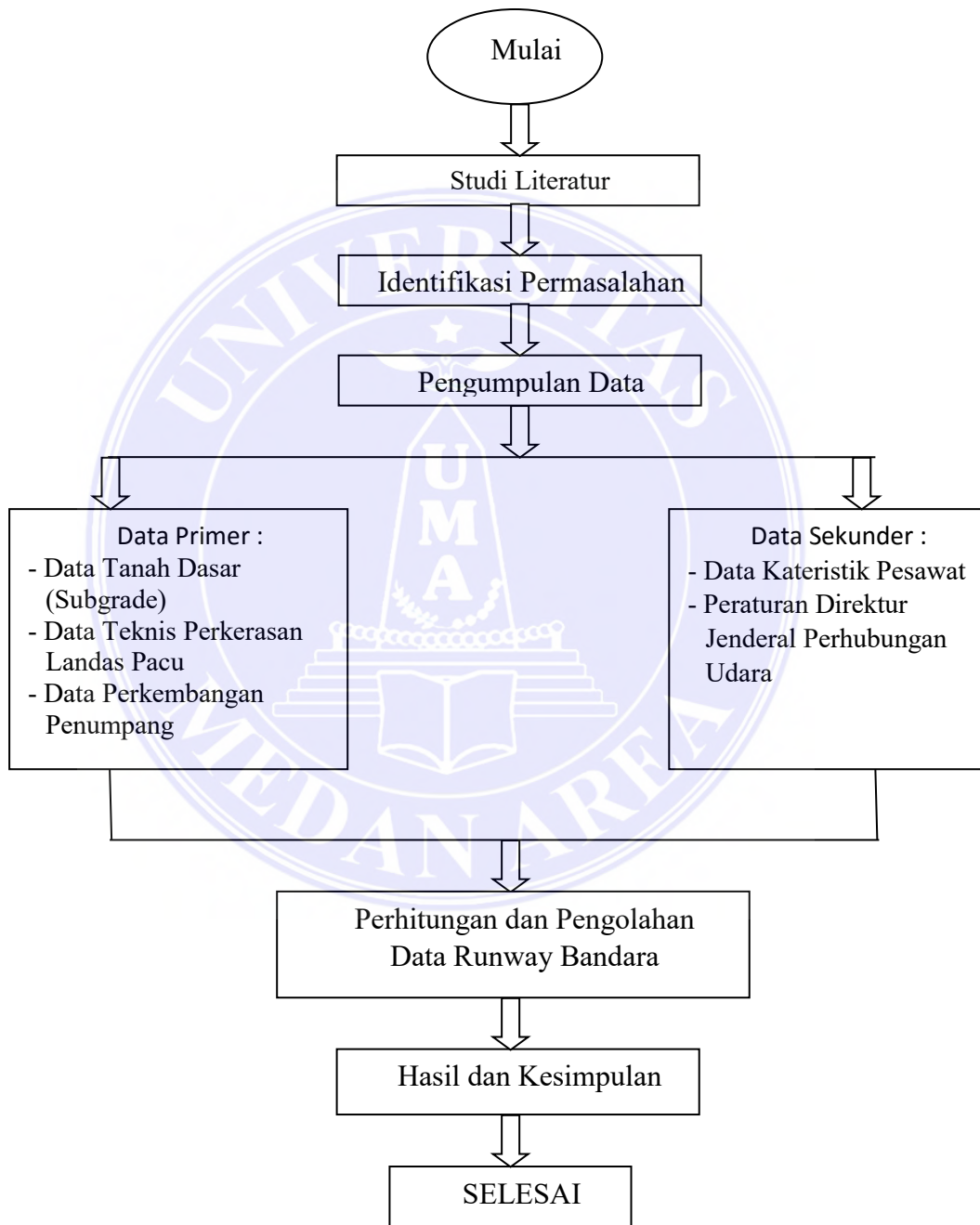
1. Tentukan nilai CBR subbase dan subgrade, tipe roda pendaratan, berat lepas landas, Equivalent Annual Departure dari pesawat rencana.
2. Tentukan tebal perkerasan total (a) dengan memplot pada grafik

3. Tentukan tebal subbase (b) dengan memplot pada grafik yang sama pada tebal perkerasan total dengan data CBR subbase. Tebal subbase adalah tebal (a) – tebal (b).
4. Tentukan tebal surface course (c) untuk daerah kritis dan untuk daerah non-kritis.
5. Tentukan tebal base course (d) dengan cara = (b) – (c).



3.5 Bagan Alir Penelitian

Berikut ini adalah diagram alir urutan kerja penelitian yang akan dilakukan :



Gambar 3.3 Bagan Alir Penelitian

DAFTAR PUSTAKA

Advisory Circular AC 150/5320-6D, 2005. Airport Pavement Design and Evaluation. FAA

Basuki Heru, “Merancang Dan Merencanakan Lapangan Terbang” Bandung 1986

Horonjeff, Robert, Francis X. McKelvey, 1993. Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara (Terjemahan) Edisi Ketiga Jilid II Cetakan Pertama. Jakarta : Airlangga.

Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan Vol. 3, No. 1, Maret 2015 “Analisis Tebal Dan Perpanjangan Landasan Pacu Pada Bandar Udara Internasional Sultan Mahmud Badaruddin II”

Jurnal Teknik Sipil POMITS Vol. 1, No. 1, (2013) 1-6 “Studi Perencanaan Pengembangan Landas Pacu (Runway) Dan Landas Hubung (Taxiway) Bandara Abdulrachman Saleh Malang”

Jurnal Teknik Sipil Universitas Palangka Raya Vol. 2, No. 2, Juli 2016 “Kajian Teknis Perencanaan Landas Pacu (Studi Kasus Bandar Udara Tjilik Riwut Palangka Raya)”

Peraturan Menteri Perhubungan Nomor : KM 24 Tahun 2009, Tentang “Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil”

“Peraturan Direktorat Jenderal Perhubungan Udara” Nomor : SKEP/77/VI/2005, Tentang Persyaratan Teknis pengoperasian Fasilitas Teknik Bandar Udara

Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: PM 69 Tahun 2013 Tentang Tatanan Kebandarudaraan Nasional

SNI 1738:2011, “Cara Uji Cbr Lapangan”

SNI 03-1744-1989, “Metode Pengujian Cbr Laboratorium”

LAMPIRAN



Gambar 1. Landasan pacu Bandar – Udara Gunungsitoli, Nias



Gambar 2. Perkerasan landasan pacu



Gambar 3. wawancara keinstansi terkait yakni Unit Pengelola Bandar Udara Binaka-Gunungsitoli, Nias.



Gambar 4. Pelataran parkir Pesawat pada Bandar Udara Binaka –Gunungsitoli, Nias untuk menaikkan dan menurunkan penumpang, bagasi, cargo.



Gambar 5. Ruang tunggu Pesawat



Gambar 6. Pintu keberangkatan



Gambar 7. Pintu Kedatangan



Gambar 8. Gerbang masuk Bandara



Gambar 9. Bandar Udara Binaka – Gunungsitoli, Nias

Spesifikasi eksisting Bandar Udara Binaka Gunungsitoli, Nias

No.	Data umum	
1	Nama Aerodrome	Bandar Udara Binaka-Gunungsitoli
2	Alamat	Jl. Pelabuhan Udara Binaka Km 19,5, Kel. Binaka, Kec. Gunungsitoli Idanoi, Kota Gunungsitoli, Provinsi Sumatera Utara
3	Kelas	Kelas II
4	Kategori	Bandara Domestik
5	Pengelola	Unit Penyelenggara Bandar Udara
6	Data CBR subgrade	10%
7	Data CBR subbase	40%



General Info

IATA	: GNS	ICAO	: WIMB
Province	: SUMATERA UTARA		
Address	: Jalan Pelabuhan Udara Binaka KM. 19,5, Kel. Binaka, Kec. Gunungsitoli Idanoi, Kota Gunungsitoli, Sumatera Utara, 22871		
Telephone	: +62 639 8000005	Fax	: +62 639 8000005
Telex	:		
Email	: airport_binaka@yahoo.co.id		
Distance	: 290,00 km	From	: Kota Medan
	: 290,34 km	From	: Kota Medan, Provincial Capital Sumatera Utara
	: 1.300,65 km	From	: Kota Jakarta, Country Capital DKI Jakarta
Longitude	: 97.705379 97° 42' 19,36" BT	Latitude	: 1.166273 1° 9' 58,58" LU
Elevation	: 7,50 mdpl (24,62 ft dpl)		
Category	: Domestik Airport	Hajj Airport	: Tidak
Class	: Kelas II	Operator	: Unit Penyelenggara Bandar Udara
Operation Hour	: 06:00 - 16:00 WIB		
Operated Aircraft	: BOMBARDIER CRJ 1000		
LLU Services	: ADC		

Airport System (PM.69 Year 2013)

Hierarchy	: P (Pengumpan)	Info
Classify	: 3C (1200 m <= ARFL < 1800 m) (24 m <= WS < 36 m ; 6 m <= OMG < 9 m)	Info



Landas Pacu / Runway

Runway #1

Ukuran / : 2.250 m Total : 67.500 m²
Dimension x 30 m Area

Konstruksi : Aspal Hotmix
/ Surface

Azimuth : 09-27

PCN : 27 F/C/Y/T

Landas Hubung / Taxiway

Taxiway #1

Ukuran / : 92 m x Total : 2.110 m²
Dimension 23 m Area

Konstruksi : Aspal Hotmix
/ Surface

PCN : 19 F/C/Y/T

Taxiway #2

Ukuran / : 71 m x Total : 1.630 m²
Dimension 23 m Area

Konstruksi : Aspal Hotmix
/ Surface

PCN : 19 F/C/Y/T

Landas Parkir / Apron

Apron #1

Ukuran / : 180 m x Total : 14.400 m²
Dimension 80 m Area

Konstruksi : Aspal Hotmix
/ Surface

PCN : 25 F/Y/C/T

Capacity : (180 m x 20 m)=19 F/C/Y/T (180 m x
40 m)=23 F/C/Y/T

Landas Putar / Turning Area

Turning Area #1

Ukuran / Dimension	: 15 m x 45 m	Total Area	: 675 m ²
Konstruksi / Surface	: Aspal Hotmix		
PCN	: 54 F/C/Y/T		

Turning Area #2

Ukuran / Dimension	: 15 m x 60 m	Total Area	: 900 m ²
Konstruksi / Surface	: Aspal Hotmix		
PCN	: 27/F/C/Y/T		

Daerah Henti / Stop Way

Stop Way #1

Ukuran / Dimension	: 50 m x 30 m	Total Area	: 1.500 m ²
Konstruksi / Surface	: Aspal Hotmix		
PCN	: 54/F/C/Y/T		

Daerah RESA

RESA #1

Ukuran / Dimension	: 90 m x 60 m	Total Area	: 5.400 m ²
Konstruksi / Surface	: Rumput		

Strip Landasan Pacu / Runway Strip

Strip #1

Ukuran / Dimension	: 2.000 m x 120 m	Total Area	: 240.000 m ²
Konstruksi / Surface	: Rumput		