

**EVALUASI PERENCANAAN TEBAL LAPISAN
PERKERASAN LANDASAN PACU
BANDARA SENUBUNG KABUPATEN GAYO LUES
PROVINSI ACEH**

SKRIPSI

Diajukan sebagai bahan sidang dan sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh sarjana teknik sipil
Universitas Medan Area

**Disusun oleh:
RAHMAD FAUZI
15.811.0059**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2018**

**EVALUASI PERENCANAAN TEBAL LAPISAN
PERKERASAN LANDASAN PACU
BANDARA SENUBUNG KABUPATEN GAYO LUES
PROVINSI ACEH**

SKRIPSI

Diajukan sebagai bahan sidang dan sebagai salah satu syarat

Untuk memperoleh sarjana teknik sipil

Universitas Medan Area

Disusun oleh :

RAHMAD FAUZI

15.811.0059

Disetujui

Pembimbing I

Pembimbing II

(Ir. Melloukey Ardan, MT)

(Ir. Amsuardiman, MT)

Dekan

Ka.Program Studi

(Prof. Dr. Ir Armansyah Ginting, M.Eng)

(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)

**EVALUASI PERENCANAAN TEBAL LAPISAN
PERKERASAN LANDASAN PACU
BANDARA SENUBUNG KABUPATEN GAYO LUES
PROVINSI ACEH**

SKRIPSI

Diajukan sebagai bahan sidang dan sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh sarjana teknik sipil
Universitas Medan Area



Pembimbing I

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Melloukey Ardan'.

(Ir. Melloukey Ardan, MT)

Pembimbing II

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Amsuardiman'.

(Ir. Amsuardiman, MT)



(Prof. Dr. Ir Armansyah Ginting, M.Eng)

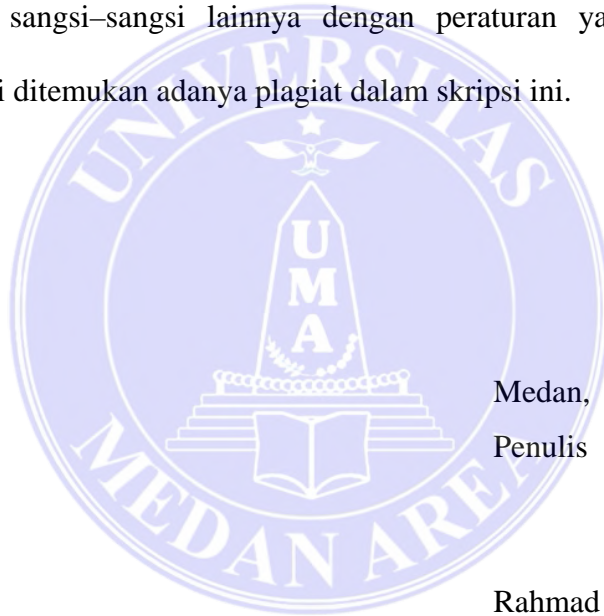


(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)

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,
Penulis

2018

Rahmad Fauzi
Npm: 158110059

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, 11/10/2018



Rahmad Fauzi

Npm: 158110059

ABSTRAK

Bandar udara Senubung adalah Bandar udara yang terletak di kabupaten Gayo Lues Provinsi Aceh yang merupakan Bandar udara baru yang mulai beroperasi sejak tahun 2015, sejak awal beroperasi Bandar udara ini hanya melayani jenis pesawat ringan dengan kapasitas 12 seat yaitu jenis pesawat Cessna Caravan. Diperkirakan Bandar udara ini akan mengalami peningkatan dimasa mendatang. 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. Dalam tugas akhir ini hanya merencanakan tebal dari perkerasan landasan pacu saja. Standart Internasional yang dijadikan metode perencanaan tebal perkerasan landasan pacu adalah dengan menggunakan metode FAA, metode FAA ini berdasarkan kepada pengalaman-pengalaman dari Corps Of Engineer yang diangkat dari metode CBR dan telah teruji bahwa perhitungan dengan memakai grafik-grafik FAA bisa dipakai sampai 20 tahun, bebas dari perbaikan yang berarti kecuali ada perubahan lalu lintas pesawat. Karena Bandar udara ini hanya melayani satu jenis pesawat maka perhitungan tebal perkerasannya dilakukan dengan 2 cara, yaitu dengan cara menggunakan rumus perhitungan yang telah di tentukan oleh FAA dan cara penaksiran (hasil asumsi penulis). 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).

Kata Kunci: Perkerasan lentur, Runway, Federal Aviation Administration (FAA), Bandar Udara Senubung.

ABSTRACT

Senubung Airport is an airport located in the Gayo Lues district of Aceh Province which is a new airport which began operating in 2015, since the beginning of the operation the airport only serves light aircraft types with a capacity of 12 seats namely the Cessna Caravan aircraft. 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 determined at airports on land or waters that are used for landing and taking off aircraft. The type of pavement used for foundation is flexible pavement and rigid pavement. In this final project, only plan the thickness of the runway pavement. The International Standard which is used as a planning method for the thickness of the runway pavement is by using the FAA method, the FAA method is based on the experiences of the Corps of Engineers who are appointed from the CBR method and have been tested that calculations using FAA charts can be used up to 20 years, free from significant repairs unless there is a change in aircraft traffic. Because the airport only serves one type of aircraft, the thickness calculation of the pavement is done in 2 ways, namely by using the calculation formula that has been determined by the FAA and the estimation method (the author's assumption). It is planned that this runway will serve Boeing 737-200 aircraft types. For the results of calculating the foundation pavement thickness by using the formula obtained by 24 inches (60.96 cm). while the results of the thickness of the base pavement performed by estimation (assumption) were obtained at 21 inches (53.34 cm).

Keywords: Flexible Pavement, Runway, Federal Aviation Administration (FAA), Senubung Airport.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat, perlindungan, serta Kasih sayang-Nya yang tidak pernah berhenti mengalir dan selalu menyertai, yang selalu diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Evaluasi Perencanaan Tebal Lapisan Perkerasan Landasan Pacu Bandara Senubung Kabupaten Gayo Lues Provinsi Aceh

Penulis menyadari keberhasilan dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari pihak-pihak, baik yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc., selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Armansyah Ginting, M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Ir. Kamaluddin Lubis, M.T., selaku ketua program studi teknik sipil, atas kesabaran, bimbingan, waktu yang telah diberikan kepada penulis dan masukan yang telah diberikan serta ilmu yang diajarkan.
4. Bapak Ir. Melloukey Ardan, M.T., sebagai pembimbing I tugas akhir yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

5. Bapak Ir. Amsuardiman, M.T., sebagai pembimbing II tugas akhir yang juga tak bosan-bosannya meluangkan waktu untuk membantu dalam proses penyelesaian tugas akhir.
6. Seluruh Dosen, Karyawan, dan Staff Universitas Medan Area yang telah memberikan arahan dan petunjuk sampai tugas akhir ini selesai.
7. Semua keluarga, saudara dan teman-teman, atas dukungan, doa dan semangat yang telah diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Seluruh pihak yang terkait di Bandara Senubung Kabupaten Gayo Lues Provinsi Aceh

Dalam hal ini penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini karena keterbatasan pengetahuan yang penulis miliki. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritikan yang bersifat membangun guna perbaikan penulisan tugas akhir ini.

Medan, 2018

Hormat Penulis

Rahmad Fauzi

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR GRAFIK	ix
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Maksud dan Tujuan.....	2
1.3. Rumusan Masalah	2
1.4. Pembatasan Masalah	3
1.5. Metode Pengambilan Data	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Umum.....	4
2.1.1 Pengertian Bandar Udara Menurut Para Ahli	5
2.1.2 Pengertian dan Istilah – istilah Dalam Bandar Udara	10
2.1.3 Pengertian Landasan Pacu	15
2.1.4 Konfigurasi Landasan Pacu	17
2.1.5 Fasilitas Landasan Pacu	21
2.2. Struktur Perkerasan Landasan Pacu	25
2.2.1 Jenis – jenis Perkerasan Landasan Pacu	28
2.3. Metode– metode Perencanaan Perkerasan	33

2.3.1 Metode Perencanaan Test CBR	33
2.3.2 Metode FAA	36
2.3.3 Metode LCN dari Inggris	43
2.3.4 Metode Asphalt Institute	44
2.3.5 Metode Canadian Departement Of Transportation	45
2.4 Penentuan Nilai CBR (California Bearing Ratio).....	45
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	47
3.1. Jenis Penelitian.....	47
3.2. Proses Pengumpulan Data.....	47
3.3. Lokasi Penelitian	48
3.4. Penentuan Tebal Lapisan Perkerasan Landasan Pacu	51
BAB IV PEMBAHASAN	53
4.1. Evaluasi Perencanaan Tebal Perkerasan.....	53
4.2 Perhitungan Tebal Lapisan Perkerasan Landasan pacu	53
BAB V PENUTUP.....	65
5.1 Kesimpulan	65
5.2 Saran	66
DAFTAR PUSTAKA.....	67
LAMPIRAN.....	68

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Pesawat Terbang Komersial	7
Tabel 2.2 Konfigurasi Roda Pendaratan Utama dan Tekanan Angin	
Pesawat	8
Tabel 2.3 Hubungan Nilai IRI dengan Kondisi Permukaan Perkerasan.....	27
Tabel 2.4 Hubungan Antara Nilai SFC dengan Kondisi Permukaan.....	27
Tabel 2.5 Klasifikasi Tanah Digunakan Untuk Merencanakan	
Perkerasan FAA	40
Tabel 2.6 Hubungan Antara Harga CBR dengan Klasifikasi Subgrade	
Menurut FAA.....	40
Tabel 2.7 Faktor Konversi	43
Tabel 4.1 Data - data Perencanaan Perkerasan	54
Tabel 4.2 Data Karakteristik Pesawat.....	59
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Dimensi Pesawat Terbang.....	9
Gambar 2.2 Landasan Pacu Bandar Udara	15
Gambar 2.3 Landasan Pacu Tunggal	18
Gambar 2.4 Landasan Pacu Sejajar Garis (Landasan Parallel).....	18
Gambar 2.5 Landasan Pacu Terbuka	19
Gambar 2.6 Tampak Atas Landasan Pacu	21
Gambar 2.7 Penampang <i>stopway/overrun</i>	22
Gambar 2.8 <i>Runway strip</i>	24
Gambar 2.9 Penampang <i> Holding bay</i>	24
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian.....	48
Gambar 3.2 Bandar Udara Senubung	49
Gambar 3.3 Landasan Pacu Bandar Udara Senubung	50
Gambar 3.4 Bagan Alir Metodologi	52
Gambar 4.1 Susunan Tebal Lapisan Perkerasan Landasan Pacu.....	64

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Kurve Perencanaan Tebal Perkerasan	56
Grafik 4.2 Tebal Minimum <i>Base Course</i> yang Diperlukan.....	58
Grafik 4.3 Kurve Perencanaan Tebal Perkerasan	62



DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

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

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



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring perkembangan zaman, pengguna transportasi lebih menginginkan suatu moda transportasi yang lebih cepat dan mempunyai ketepatan waktu untuk melakukan perpindahan orang/barang dari suatu tempat ke tempat lain. Salah satunya transportasi udara, dimana transportasi udara mempunyai kelebihan bila dibandingkan dengan jenis transportasi lain yaitu kecepatan lebih tinggi, perjalanan lebih berlanjut dan bisa menjangkau daerah lain yang terpencil yang tidak dapat dijangkau oleh jenis transportasi lain. Selain itu transportasi udara juga dapat memudahkan seseorang untuk menjangkau daerah yang cukup jauh.

Dengan adanya transportasi udara perekonomian suatu daerah dan budaya masyarakat juga dapat berkembang dengan baik, dikarenakan aktivitas pergerakan yang semakin meningkat. Maka dari itu untuk memenuhi kebutuhan akan transportasi udara diperlukan perencanaan yang serius mulai dari perencanaan fasilitas umum bandar udara dan fasilitas pendukung lainnya.

Gayo Lues adalah salah satu kabupaten di Provinsi Aceh, Indonesia yang merupakan hasil pemekaran dari kabupaten Aceh Tenggara. Pada mulanya daerah ini membentuk pemerintahan sendiri terpisah dari kabupaten Aceh Tengah, maka terbentuklah kabupaten Aceh Tenggara. Namun karena kesulitan transportasi daerah Gayo ingin membentuk kabupaten tersendiri maka terbentuklah kabupaten Gayo Lues dengan ibukota Blangkejeren. Kabupaten yang berpenduduk kebanyakan suku Gayo ini sedang berbenah diri untuk mengejar

ketertinggalannya dalam bidang pembangunan, salah satunya Bandar udara. Pembangunan Bandar udara ini dimaksudkan untuk mengembangkan potensi ekonomi yang ada di daerah tersebut dan juga untuk memudahkan perpindahan orang/barang ke daerah-daerah lain.

Dalam pokok bahasan ini penulis akan membahas mengenai perencanaan teknis Bandar udara, yaitu **“Evaluasi perencanaan tebal lapisan perkerasan landasan pacu bandara Senubung kabupaten Gayo Lues Provinsi Aceh”**. Dimana landasan pacu ini adalah tempat pesawat melakukan lepas landas (*take-off*) dan pendaratan (*landing*).

1.2 Maksud dan Tujuan

Maksud penelitian ini untuk melakukan evaluasi perencanaan tebal lapisan perkerasan landasan pacu Bandara Senubung kabupaten Gayo Lues provinsi Aceh.

Tujuannya untuk mengetahui tebal lapisan perkerasan landasan pacu bandara Senubung kabupaten Gayo Lues untuk kebutuhan pesawat berbadan lebar (Boing 737-200).

1.3 Rumusan masalah

Berdasarkan dari latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana teknik perhitungan tebal lapisan perkerasan landasan pacu dengan menggunakan metode perencanaan metode FAA (Federal Aviation Administration) pada proyek pengembangan Bandar udara Senubung di kabupaten Gayo Lues Provinsi Aceh.

1.4 Pembatasan masalah

Adapun ruang lingkup penulisan yang dijadikan sebagai pembatasan masalah dalam penulisan ini adalah:

1. 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.

1.5 Metode Pengambilan Data

Ada 2 metode pengambilan data, yaitu:

1. Data primer (data survey lapangan), yaitu pengambilan data-data langsung dari lapangan, seperti data tanah CBR dan data keberangkatan tahunan.
2. Data skunder, yaitu dengan mengumpulkan jurnal-jurnal, buku-buku referensi yang memuat tentang prosedur perencanaan tebal lapisan perkerasan landasan pacu sesuai dengan judul Tugas Akhir.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

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 antar moda transportasi, yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan, serta fasilitas pokok dan fasilitas penunjang lainnya.

Kebandarudaraan adalah segala sesuatu yang berkaitan dengan penyelenggaraan Bandar udara dan kegiatan lainnya dalam melaksanakan fungsi keselamatan, keamanan, kelancaran, dan ketertiban arus lalu lintas pesawat udara, penumpang, kargo dan/atau pos, tempat perpindahan antar moda serta meningkatkan pertumbuhan ekonomi nasional dan daerah. *(Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: PM 56 Tahun 2015 Undang-Undang No. 1 dan 3 Tentang Kegiatan Pengusahaan di Bandar Udara)*

Tatanan Kebandarudaraan Nasional adalah sistem kebandarudaraan secara nasional yang menggambarkan perencanaan Bandar udara berdasarkan rencana tata ruang, pertumbuhan ekonomi, keunggulan komparatif wilayah, kondisi alam dan geografi, keterpaduan antar moda transportasi, kelestarian lingkungan, keselamatan dan keamanan penerbangan, serta keterpaduan dengan sektor pembangunan lainnya. *(Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: PM 69 Tahun 2013 Tentang Tatanan Kebandarudaraan Nasional)*

2.1.1 Pengertian Bandar Udara Menurut Para Ahli

Menurut kamus besar Bahasa Indonesia Hasan Sadily, Kamus Bahasa Indonesia, Gramedia, Jakarta, 1986, Halaman 124. Bandar Udara adalah Sebuah fasilitas tempat pesawat terbang dapat lepas landas dan mendarat. Bandar Udara yang paling sederhana minimal memiliki sebuah landasan pacu namun bandara-bandara besar biasanya dilengkapi berbagai fasilitas lain, baik untuk operator pelayanan penerbangan maupun bagi penggunanya.

Menurut Anex 14 dari ICAO (*International Civil Aviation Organization*).H.K.Martono, Op.cit, Halaman 51. Bandar Udara adalah Area tertentu di daratan atau perairan (termasuk bangunan, instalasi dan peralatan) yang diperuntukkan baik secara keseluruhan atau sebagian untuk kedatangan, keberangkatan dan pergerakan pesawat.

Menurut PT Angkasa Pura II (Persero). Bandar Udara adalah Lapangan udara, termasuk segala bangunan dan peralatan yang merupakan kelengkapan minimal untuk menjamin tersedianya fasilitas bagi angkutan udara untuk masyarakat.

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 70 tahun 2001 tentang Kebandarudaraan, Bandar Udara adalah Lapangan terbang yang dipergunakan untuk mendarat dan lepas landas pesawat udara, dan naik turunnya penumpang atau bongkar muatan kargo atau pos, yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan penerbangan.

Menurut Pasal 1 angka 33 UURI No. 1 Tahun 1999 tentang Penerbangan.

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 antar moda transportasi, yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan, serta fasilitas pokok dan fasilitas penunjang lainnya.

Disamping pengertian dan sejarah Bandar Udara yang telah dijelaskan diatas maka fungsi Bandar Udara adalah sebagai tempat pemindahan moda transportasi dari darat ke udara, sebagai pusat kegiatan ekonomi wilayah dan pusat, memberi fasilitas bagi pesawat terbang mendarat dan lepas landas.

Sebelum kita merancang sebuah lapangan terbang lengkap dengan fasilitasnya dibutuhkan pengetahuan sifat-sifat pesawat terbang secara umum untuk merencanakan prasarannya.

Pesawat terbang yang digunakan dalam operasi penerbangan mempunyai kapasitas yang bervariasi mulai dari 10 sampai hampir 500 penumpang. Pesawat-pesawat terbang "General Aviation" (penerbangan umum) dikategorikan semua pesawat-pesawat terbang kecil yang bisa mengangkut penumpang dan atau barang kurang dari 20 orang dan pengaturannya sebagai mobil pribadi. Untuk memberi gambaran macam-macam pesawat terbang yang melayani penerbangan komersil lihat tabel 2.1

Tabel 2.1 Karakteristik pesawat terbang komersial

JENIS PESAWAT	REF CODE	KARAKTERISTIK PESAWAT UDARA					
		ARFL (m)	Lebar sayap (m)	OMGWS (m)	Panjang (m)	MTOW (kg)	TP (Kpa)
Airbus A320	3C	2090	34.1		37.6	73500	1140
Airbus A319	3C	1520	34.1		33.8	64000	1070
CESSNA CAR-206	1A	274	10.9	2.6	8.6	1639	
DASH 6	1B	695	19.8	4.1	15.8	5670	220
CN-235-300	1C	1200	25.81	7.0	21.4	16500	
DASH 7	1C	910	28.3	7.8	24.6	19505	626
C 208	1A	274	10.9	2.6	8.6	1639	
CASSA 212-300	2B	866	20.3	3.6	16.1	8100	
Dornier 328-100	2B	1090	20.1		21.3	13.988	
Dornier 328-300	2B	1088	21		21.3	13.988	
ATR 42-500	2C	1160	24.6	4.10	22.7	18600	790
DASH 8 (300)	2C	1100	27.4	8.5	25.7	18642	805
MA 60	2C	1100	29.2		24.71	21800	
Challenger 605	3B	1780	19.61		20.85	21900	
Snort 330-200	3B	1310	22.76		17.69	10387	
ATR 72-500	3C	1220	27.0	4.10	27.2	22500	
ATR 72-600	3C	1290	27.05	4.10	27.16	22800	
Bombardier Global Express	3C	1774	28.7	4.9	30.3	42410	1150
Embraer EMB 120	3C	1560	19.78	7.3	20	11500	828
Fokker F100	3C	1820	28.1	5.0	35.5	44450	920
Fokker F27-500	3C	1670	29.0	7.9	25.1	20412	540
Fokker F28-4000	3C	1680	25.1	5.8	29.6	32205	779
Fokker F50	3C	1760	29.0	8.0	25.2	20820	552
McDonnell Douglas DC-3	3C	1204	28.8	5.8	19.6	14100	358
McDonnell Douglas DC9-20	3C	1551	28.5	6.0	31.8	45360	972
RJ-200	3C	1600	26.34	4.72	30.99	44226	
SAAB SF-340	3C	1300	21.4	7.5	19.7	12371	655
Airbus A300 B2	3D	1676	44.8	10.9	53.6	142000	1241
ATP	3D	1350	30.6	9.3	26	22930	720
C 130 H (Hercules)	3D	1783	39.7	4.3	29.3	70300	95
EMB 145 LR	4B	2269	20	4.1	29.87	22000	999.74
Airbus A320-200	4C	2090	34.1	8.7	37.6	72000	1360
Boeing B717-200	4C	1680	28.5	6.0	37.8	51710	1048
Boeing B737-200	4C	1990	28.4	6.4	30.53	52400	1145

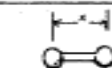
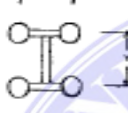
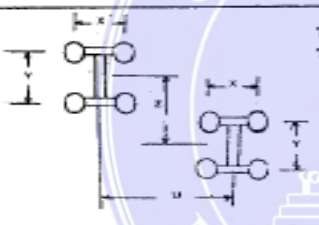
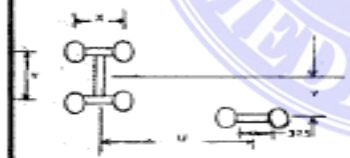
(Sumber: Peraturan Dirjen Perhubungan Udara Nomor: KP 39 Tahun 2015 Tentang Standar

Teknis dan Operasi Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil –Bagian 139)

Dalam tabel diatas diberikan ukuran – ukurannya, berat, dan panjang landasan pacu yang dibutuhkan. Pada tabel 2.2 diberikan pula gambaran

konfigurasi roda pendaratan utama (main landing gear) serta tekanan angin roda pesawat dari berbagai jenis pesawat.

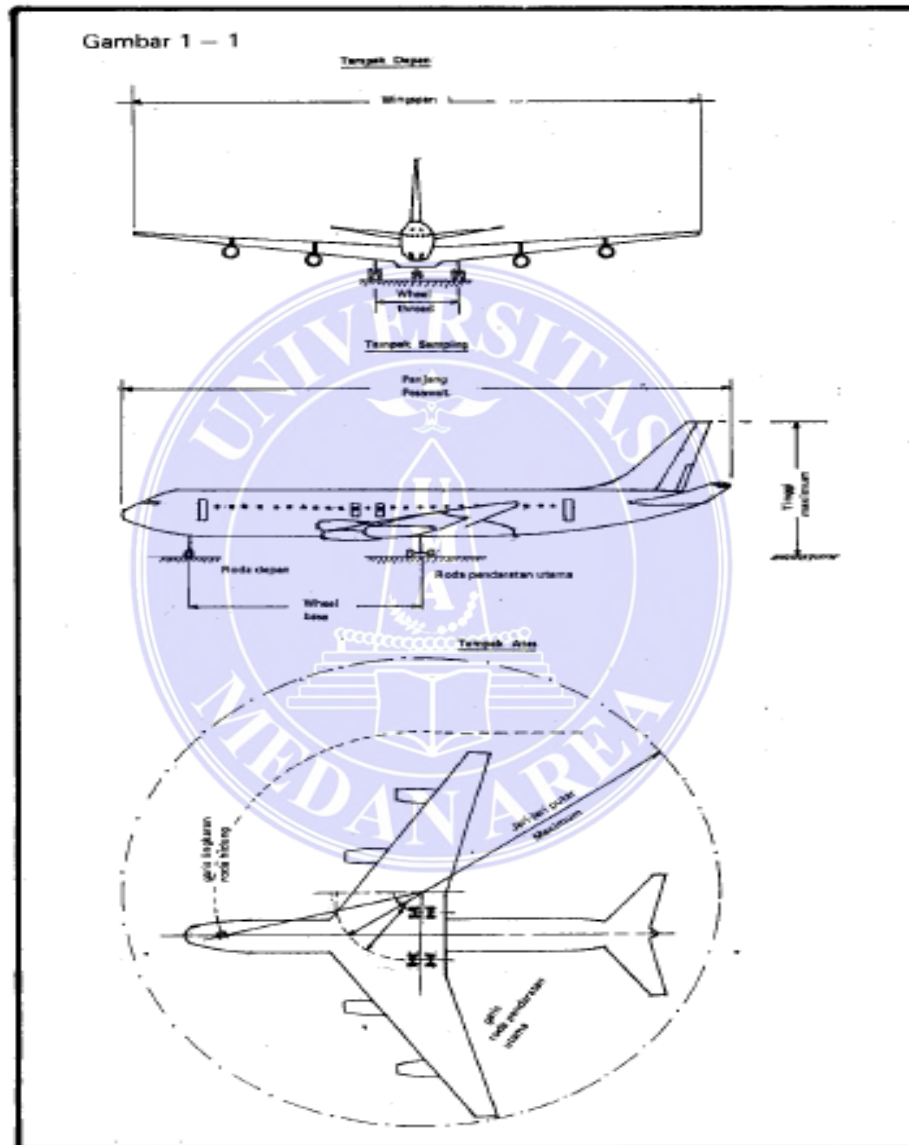
Tabel 2.2 Konfigurasi roda pendaratan utama dan tekanan angin pesawat

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				168
 Dual Wheel Gear	DC-8-61	30,0	55,0			188
	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
	Concorde	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 *

(Sumber: Buku Ir. Heru Basuki 1986)

Perlu dijelaskan bahwa tabel-tabel ini diberikan untuk mengenal bahwa beberapa besaran seperti "operating weight empty" (berat operasi kosong) kapasitas penumpang dan panjang landasan adalah sebagai perkiraan, mengingat bahwa besaran tadi bisa dihitung dan hitungannya dipengaruhi oleh berbagai

aspek. Gambar 2.1 bisa dilihat sebagai keterangan dari tabel 2.1 Data pada tabel 2.1 sangat perlu untuk perencanaan lapangan terbang. Untuk lebih mendetail bisa dilihat pada FAA Advisory Circular Nomor.AC 150/5325-4 atau Aerodrome Design Manual Part 1 & 2 dari ICAO.



Gambar 2.1 Dimensi pesawat terbang

(Sumber: Buku Ir. Heru Basuki 1986)

2.1.2 Pengertian dan Istilah – istilah Dalam Bandar Udara

1. Landas pacu

Suatu daerah persegi empat yang ditetapkan pada bandar udara yang dipersiapkan untuk kegiatan pendaratan (landing) dan lepas landas (take-off) pesawat udara.

2. Aeroplane reference field length (ARFL)

Panjang landas pacu minimum yang diperlukan untuk lepas landas pada MTOW (maksimum massa lepas landas tersertifikasi) seperti yang diperlihatkan pada manual penerbangan pesawat udara yang ditetapkan oleh pihak yang berwenang dalam memberikan sertifikasi atau data yang setara dari pabrik pesawat udara. Panjang landas pacu yang dimaksud adalah panjang landas pacu yang sesuai untuk pesawat udara.

3. Aircraft classification number (ACN)

Nilai yang menunjukkan efek relatif sebuah pesawat udara di atas pavement (lapisan aspal) untuk kategori sub-grade standar yang ditentukan.

4. Apron

Suatu area bandar udara di darat yang telah ditentukan untuk mengakomodasi pesawat udara dengan tujuan naik turun penumpang, bongkar muat kargo, penumpang, surat, pengisian bahan bakar, parkir, atau pemeliharaan pesawat udara.

5. Pavement classification number (PCN)

Angka yang menjelaskan daya dukung perkerasan untuk operasi tak terbatas pesawat udara dengan nilai ACN kurang dari atau sama dengan PCN.

6. Take-off runway

Landasan pacu (runway) yang hanya ditujukan untuk pesawat melakukan lepas landas.

7. Taxiway

Jalur yang menghubungkan antara landasan pacu dengan apron pada bandar udara di darat yang ditujukan untuk pesawat udara.

8. Fillet

Bagian perkerasan/pavement yang menghubungkan tepi taxiway dan tepi runway atau tepi taxiway dan tepi apron.

9. Berat (Weight)

Berat pesawat diperlukan datanya, untuk merencanakan tebal lapisan perkerasannya dan kekuatan landasan pacu, taxiway dan apron. Untuk lebih jelas bagi perencana perlu mengetahui macam-macam istilah berat pesawat selama lepas landas, mendarat dan sebagainya. Berat pesawat dan komponen-komponen berat adalah yang paling menentukan dalam menghitung panjang landasan pacu dan kekuatan perkerasan. Ada 6 macam pengertian berat pesawat, yaitu:

a. *Operating Weight Empty*

Adalah berat dasar pesawat, termasuk didalamnya Crew (awak pesawat) dan peralatan pesawat, tetapi tidak termasuk bahan bakar dan penumpang/barang yang membayar.

b. *Pay Load*

Adalah produksi muatan (barang/penumpang) yang membayar, diperhitungkan menghasilkan pendapatan bagi perusahaan. Termasuk didalamnya penumpang, barang dan paket-paket. Maximum structural pay load adalah muatan maximum yang diizinkan untuk tipe pesawat itu oleh Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, sertifikat muatan maximum bisa untuk penumpang/barang bisa campuran keduanya, tercantum dalam izin yang dikeluarkan. *Maximum pay load* yang dibawa biasanya lebih kecil dari *maximum structural pay load*, mengingat batasan-batasan ruangan.

c. *Zero Fuel Weight*

Adalah batasan berat, spesifik pada tiap jenis pesawat, diatas batasan berat itu tambahan berat harus berupa bahan bakar, sehingga ketika pesawat sedang terbang tidak terjadi momen lentur yang berlebihan pada sambungan. Sayap pesawat berupa rongga-rongga yang berhubungan seperti bejana berhubungan, waktu pesawat sedang miring kesamping cairan bahan bakar tidak terkumpul ke satu sisi melainkan tetap terbagi rata.

d. *Maximum Ramp Weight*

Berat maximum pesawat diizinkan untuk *taxiing* (meluncur). Pada saat pesawat *taxiing* (meluncur) dari apron menuju ujung landasan pacu pesawat berjalan dengan kekuatannya sendiri, membakar bahan bakar sehingga kehilangan berat. Selisih dan perbedaan maximum rampweight sangat sedikit hanya beberapa ratus kilogram saja.

e. *Maximum structural landing weight*

Adalah kemampuan struktural pesawat pada saat mendarat. *Main gear* (roda pendaratan) utama yang strukturnya direncanakan untuk menyerap gaya yang lebih besar atau harus dengan gear (roda) yang lebih kuat. Selama penerbangan pesawat akan kehilangan berat dengan dibakarnya bahan bakar lebih-lebih untuk pesawat-pesawat yang baru menerbangi rute-rute jauh. Bisa dimengerti apabila main gear direncanakan untuk menahan berat yang lebih kecil dari maximum structural take off weight terutama pada pesawat-pesawat transport.

f. *Maximum structural take off weight*

Adalah berat *maximum* pesawat termasuk *crew* (awak pesawat), berat pesawat kosong, bahan bakar, *pay load* yang diizinkan oleh pabrik sehingga momen tekuk yang terjadi pada badan pesawat rata-rata masih dalam batas kemampuan material pembentuk pesawat. Tidak ekonomis merencanakan

main gear (roda pendaratan) pesawat untuk menahan *maximum structural take off weight*, waktu mendarat sangat jarang terjadi pesawat mendarat dengan berat *maximum structural take off weight*. Apabila terjadi ketika pesawat baru lepas landas, pesawat harus kembali karena kerusakan, pilot pesawat harus terbang berputar-putar untuk membakar bahan bakar sampai berat tidak lebih dari *maximum landing weight*.

10. Ukuran (*size*)

Lebar sayap dan panjang badan pesawat mempengaruhi dimensi parkir area pesawat dan apron, selanjutnya mempengaruhi konfigurasi terminal, lebar landasan pacu, taxiway, jarak antar keduanya sangat ditentukan oleh ukuran pesawat.

11. Kapasitas

Kapasitas penumpang mempunyai arti yang penting bagi perencanaan terminal Building dan sarana lainnya.

12. Panjang landasan pacu

Panjang landasan pacu berpengaruh terhadap luas tanah yang dibutuhkan oleh lapangan terbang, namun panjang landasan pacu pada tabel 2.1 adalah panjang kira-kira.

Anggapan bahwa semakin besar pesawat maka semakin panjang landasan pacu yang dibutuhkan tidak selalu benar. bagi pesawat besar, yang sangat

menentukan kebutuhan panjang landasan pacu adalah jarak yang akan ditempuh sehingga menentukan berat lepas landas (*take off weight*).

2.1.3 Pengertian Landasan Pacu

Landasan pacu (*runway*) adalah suatu daerah persegi panjang yang ditentukan pada bandar udara di daratan atau perairan yang dipergunakan untuk pendaratan dan lepas landas pesawat. Elemen dasar landasan pacu (*runway*) bandara umumnya memiliki lapisan perkerasan yang secara struktural cukup untuk mendukung beban pesawat yang dilayaninya dengan identifikasi angka derajat dan arah yang dituliskan dengan huruf, serta garis-garis yang mirip dengan *zebra cross* pada ujung-ujungnya yang semakin berkurang jumlah garisnya bila menuju ke tengah landasan yang menunjukkan saat-saat pesawat harus *touch down* (roda-roda menyentuh landasan saat mendarat) serta *take-off* (lepas landas).



Gambar 2.2 Landasan Pacu Bandar udara

(Sumber :<https://krismaadiwibawa.wordpress.com/2016/06/15/runway>)

Pada landasan-landasan tertentu ujung-ujung landasan yang digunakan untuk *take off* (lepas landas) digunakan lapisan beton, bukan aspal untuk menghindari melelehnya aspal pada saat pesawat *take-off* (lepas landas) dengan kekuatan mesin penuh, khususnya pesawat tempur yang menggunakan mekanisme *afterburner* sehingga menimbulkan semburan api pada *nozzle* (saluran buang) mesin pesawat. Untuk landasan yang menggunakan perkerasan lentur (*flexible*) biasanya digunakan aspal alam bukan aspal hasil olahan minyak bumi yang mudah mencair/melunak akibat panas matahari, tekanan dan panas yang ditimbulkan dari semburan gas buang mesin pesawat.

Pada bagian bawah lapisan aspal digunakan lapisan batu kali, bukan batu koral seperti halnya penggunaan pengaspalan jalan raya. Landasan pacu dibuat dengan perhitungan tertentu sehingga permukaannya tetap kering, sekalipun pada musim hujan dan mencegah tergenangnya landasan yang mengakibatkan pesawat mengalami *aquaplaning* (kondisi ban yang kehilangan penapakan/penjejukan pada permukaan aspal), terutama saat mendarat yang sangat membahayakan. Pada tepi kanan dan kiri serta ujung landasan pacu diberi lampu–lampu dan tiang–tiang navigasi terlebih–lebih pada cuaca buruk dan penerbangan malam hari.

(Sumber:http://id.m.wikipedia.org/wiki/landasan_pacu).

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. Memberikan jarak landas hubung yang sependek mungkin dari daerah terminal menuju landasan pacu.
4. Memberikan jumlah landasan hubung yang cukup sehingga pesawat yang mendarat dapat meninggalkan landasan pacu secepat mungkin dan mengikuti rute yang paling pendek ke daerah terminal.

2.1.4 Konfigurasi Landasan Pacu

Konfigurasi landasan pacu (*runway*) ada bermacam-macam dan konfigurasi itu biasanya merupakan kombinasi dari beberapa macam konfigurasi dasar (*basic configuration*).

1. Landasan pacu 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.



Gambar 2.3 Landasan Pacu Tunggal

(Sumber : Buku Ir. Heru Basuki, 1986)

2. Landasan pacu parallel

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



Gambar 2.4 Landasan Pacu Sejajar Garis (Landasan Paralel)

(Sumber: Buku Ir. Heru Basuki, 1986)

3. Landasan pacu dua jalur

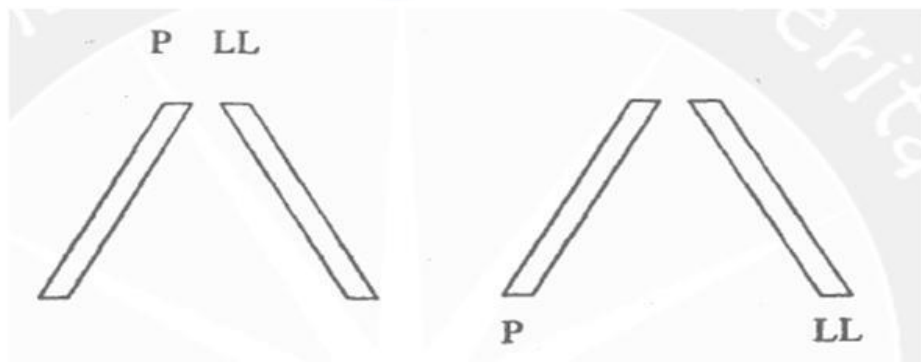
Landasan pacu dua jalur ini terdiri dari dua landasan yang sejajar dipisahkan berdekatan dengan exit taxiway secukupnya. Walaupun kedua landasan dapat dipakai untuk operasi penerbangan campuran, tetapi diinginkan operasinya diatur, landasan terdekat dengan terminal untuk keberangkatan pesawat dan landasan 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%.

4. Landasan pacu yang bepotongan

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.

5. Landasan pacu 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 duanya bisa dipakai bersama-sama.

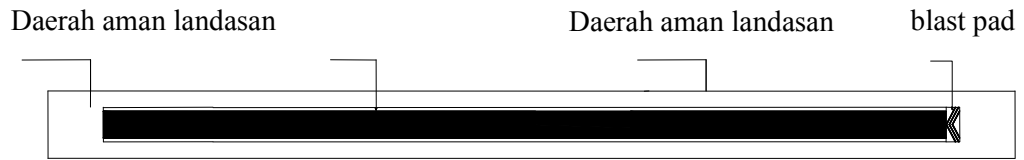


Gambar 2.5 Landasan Pacu Terbuka

(Sumber : Buku Ir. Heru Basuki, 1986)

Landasan pacu juga terdiri dari berbagai elemen, yaitu:

- 1) Perkerasan struktural yang berlaku sampai tumpuan pesawat.
- 2) Bahu landasan, berbatasan dengan perkerasan struktural direncanakan sebagai penahan erosi akibat air dan semburan jet serta melayani peralatan perawatan pesawat.
- 3) Area keamanan landasan (*runway safety area*) termasuk didalamnya perkerasan struktural, bahu landasan dan area bebas halangan. Area ini harus mampu dilalui peralatan-peralatan pemadam kebakaran, mobil-mobil ambulans, truk-truk pembersih landasan (*sweeper*).
- 4) *Blast pad* (bantalan hembusan) ialah suatu area yang direncanakan untuk mencegah erosi pada permukaan yang berbatasan dengan ujung landasan. Area ini selalu menerima *jet blast* (semburan udara yang dihasilkan oleh mesin jet pesawat terbang) yang berulang, area ini bisa dengan perkerasan atau ditanami gebalan rumput. Pengalaman menunjukkan bahwa panjang blast pad untuk pesawat-pesawat transport sebaiknya 200 feet atau 60m kecuali untuk pesawat berbadan lebar maka panjang yang dibutuhkan blast pad adalah 400 feet atau 120m.
- 5) Perluasan area keamanan (*safety area*) direncanakan apabila dianggap perlu, ukurannya tidak tertentu, tergantung kebutuhan lokal. (Sumber: Buku Ir. Heru Basuki, 1986)



Skala 1 : 100

Gambar 2.6 Tampak Atas Landasan Pacu

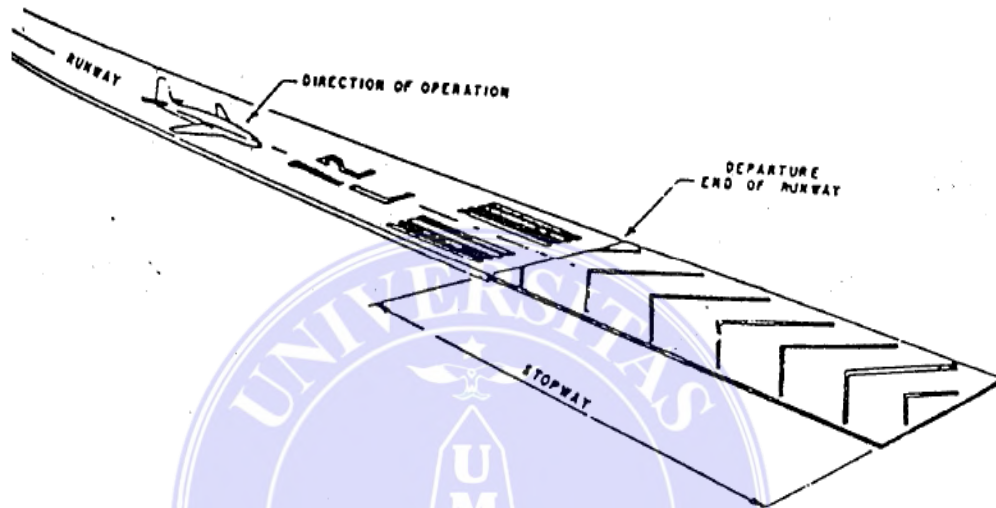
(Sumber: SKEP/77/VI/2005 Direktorat Jenderal Perhubungan Udara)

2.1.5 Fasilitas Landasan Pacu

Fasilitas landasan pacu juga mempunyai beberapa bagian yang masing-masingnya mempunyai persyaratan tersendiri, yaitu:

- 1) *Runway shoulder* (bahu landasan pacu) adalah area pembatas pada akhir tepi perkerasan runway yang dipersiapkan menahan erosi hembusan jet dan menampung peralatan untuk pemeliharaan dan keadaan darurat serta untuk penyediaan daerah peralihan antara bagian perkerasan dan runway strip.
- 2) *Overrun* mempunyai bagian meliputi *clearway* dan *stopway*. *Clearway* adalah suatu daerah tertentu pada akhir landas pacu tinggal landas yang terdapat dipermukaan tanah maupun permukaan air dibawah pengaturan operator bandar udara, yang dipilih dan diseleksi sebagai daerah yang aman bagi pesawat saat mencapai ketinggian tertentu yang merupakan daerah bebas yang disediakan terbuka diluar blast pad dan melindungi pesawat saat melakukan pendaratan maupun lepas landas. Sedangkan *stopway* adalah suatu area tertentu yang berbentuk segiempat yang ada dipermukaan tanah terletak diakhir landasan pacu yang dipersiapkan

sebagai tempat berhenti pesawat saat terjadi kegiatan pendaratan (*landing*). Aspek yang diperhatikan dalam penilaian kelayakan operasional meliputi dimension (panjang dan lebar), kemiringan memanjang (*longitudinal slope*), kemiringan melintang (*Transverse slope*), jenis perkerasan dan kekuatan.



Gambar 2.7 Penampang stopway/overrun

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

- 3) *Turning area* (area untuk berputar) adalah bagian dari landasan pacu yang digunakan untuk lokasi pesawat melakukan gerakan memutar baik untuk memutar balik arah pesawat maupun gerakan pesawat saat akan parkir di apron. Standar besaran turning area tergantung pada ukuran pesawat yang dilayaninya.
- 4) *Longitudinal slope* adalah kemiringan memanjang yang didapatkan dari pembagian antara ketinggian maksimum dan minimum garis tengah sepanjang landasan pacu. Dengan alasan ekonomi, dimungkinkan adanya

beberapa perubahan kemiringan disepanjang landasan pacu dengan jumlah dan ukuran yang dibatasi oleh ketentuan tertentu.

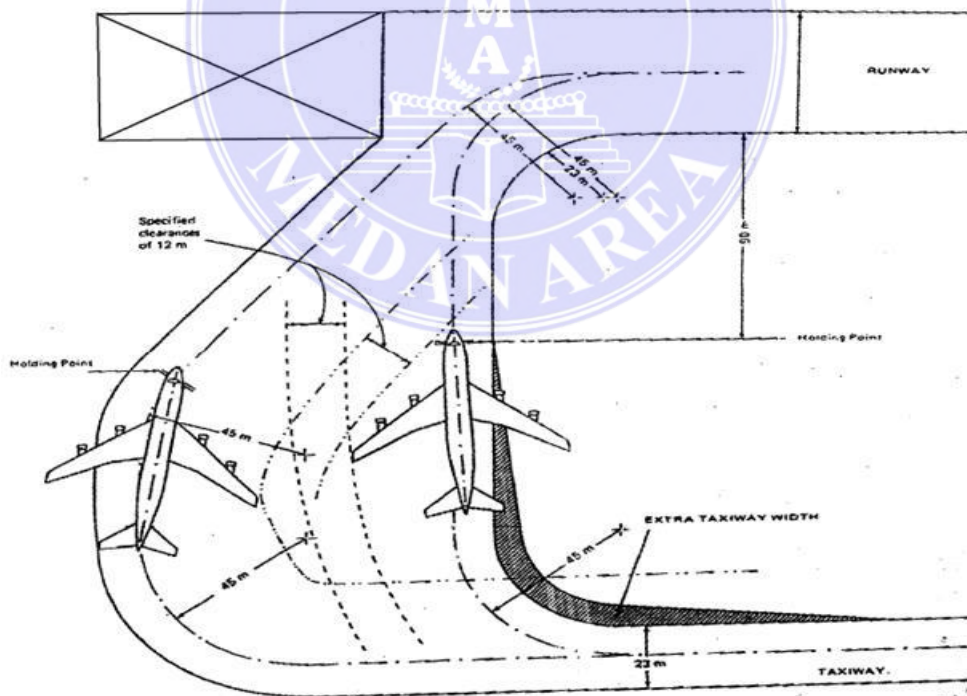
- 5) *Transverse* adalah kemiringan melintang landasan pacu yang harus dapat membebaskan landasan pacu tersebut dari genangan air.
- 6) Perkerasan landasan pacu yang terdiri dari dua jenis yaitu perkerasan lentur (*flexible*) dan perkerasan kaku (*rigid*).
- 7) Kondisi permukaan landasan pacu juga merupakan bagian penting dari landasan pacu yang meliputi kerataan, daya tahan terhadap gesekan (*skid resistance*) dan nilai PCI. Kekuatan landasan pacu juga tergantung pada jenis pesawat, frekuensi penerbangan dan lalu lintas yang dilayani.
- 8) Kekuatan perkerasan landasan pacu adalah kemampuan landasan pacu dalam mendukung beban pesawat saat melakukan kegiatan pendaratan, lepas landas maupun saat parkir atau menuju landasan penghubung (*taxiway*). Perhitungannya mempertimbangkan karakteristik pesawat terbesar yang dilayani, lalu lintas penerbangan, jenis perkerasan dan lainnya.
- 9) *Runway strip* adalah luasan bidang tanah yang menjadi daerah landasan pacu yang penentuannya tergantung pada panjang landasan pacu dan jenis instrument pendaratan yang dilayani.



Gambar 2.8 Runway strip

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

- 10) Holding bay adalah area tertentu dimana pesawat dapat melakukan penantian atau menyalip untuk mendapatkan efisiensi gerakan permukaan pesawat.



Gambar 2.9 Penampang Holding bay

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

- 11) RESA (*Runway End Safety Area*) adalah suatu daerah simetris yang merupakan perpanjangan dari garis tengah landasan pacu dan membatasi bagian ujung *runway strip* yang ditujukan untuk mengurangi resiko kerusakan pesawat yang sedang menjauhi atau mendekati landasan pacu saat melakukan kegiatan pendaratan maupun lepas landas.
- 12) Marka landasan pacu yang meliputi *runway designation marking*, *threshold marking*, *runway centre line marking*, *runway side stripe marking*, *aiming point marking*, *touch-down zone marking*, *exit guidance linemarking*. Yang tiap-tiap bagian mempunyai persyaratan teknis tertentu agar dapat memberikan kinerja operasi yang handal.

2.2 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

	100%	
100% - 85% = Sempurna	85%	
85% - 70% = Sangat baik	70%	
70% - 55% = Baik	55%	
55% - 40% = Cukup	40%	
< 40% = Buruk	25%	
	10%	

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.

Tabel 2.3 Hubungan nilai IRI dengan kondisi permukaan perkerasan

Nilai IRI	Kategori kondisi permukaan
0,0 – 3,6	Sangat Baik
3,6 – 6,6	Baik
6,6 – 10,9	Sedang
10,9 – 17,6	Jelek
> 17,6	Sangat Jelek

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

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 2.4 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 mulai terjadi, permukaan perkerasan masih dalam kondisi kasar.
0,40 – 0,55	Kecelakaan terjadi dan resiko 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)

2.2.1 Jenis – jenis Perkerasan Landasan Pacu

Perkerasan landasan pacu terdiri dari dua macam jenis yaitu:

1) Perkerasan lentur (*flexible*)

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 (*flexible*), 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-pengaruhnyadan 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 5cm 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 memikul 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.

2. Perkerasan kaku (*rigid*)

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 (*flexible*).

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 (repetisi) 1000 - 2000 truk per-harinya. Sedangkan runway direncanakan untuk melayani repetisi 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.

2.3 Metode- Metode Perencanaan Perkerasan

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

2.3.1 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 “*surchage*”, 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 pematatannya 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.

2.3.2 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 kelas 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 kondisi kelembaban 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)

Pada tabel 2.5 ditunjukkan jenis tanah (grup tanah) mana yang baik untuk *subgrade* perkerasan *flexible* dan mana yang baik untuk *subgrade* perkerasan *rigid*. Apabila di dalam test laboratorium yang kita dapatkan nilai CBR-nya, pada tabel 2.2 ini diberikan hubungan nilai CBR dengan mutu tanah menurut FAA.

Tabel 2.5 Klasifikasi tanah digunakan untuk merencanakan perkerasan FAA

Grup Tanah	Analisa Saringan				Liquid limit	Plasti city Index	Subgrade Class	
	Presentase bahan ter-tahan sa-ringan No. 10	Bahan lebih kecil dari Saringan No.10 (%)					Drainage baik	Drainage jelek
		Pasir kasar lolos sari-ngan No. 10 tapi ditahan No. 40	Pasir halus lewat sa-ringan No. 40 ditahan No. 200	Campuran lumpur dan tanah liat lolos No. 200				
Kerikil								
E-1	0 - 45	40 +	60 -	15 -	25 -	6 -	Fa atau Ra	
E-2	0 - 45	15 +	85 -	25 -	25 -	6 -	Fa atau Ra	
E-3	0 - 45			25 -	25 -	6 -	F1 atau Ra	
E-4	0 - 45			35 -	35 -	10 -	F1 atau Ra	
Butiran Halus.								
E-5	0 - 55			45 -	40 -	15 -	F3 atau Rb	
E-6	0 - 55			45 +	40 -	10 -	F4 atau Rc	
E-7	0 - 55			45 +	50 -	10-30	F5 atau Rc	
E-8	0 - 55			45 +	60 -	15-40	F6 atau Rc	
E-9	0 - 55			45 +	40 +	30 -	F7 atau Rd	
E-10	0 - 55			45 +	70 -	20-50	F8 atau Rd	
E-11	0 - 55			45 +	80 -	30 +	F9 atau Re	
E-12	0 - 55			45 +	80 +		F10 atau Re	
E-13	Tanah gambut, tidak bisa untuk Subgrade							

(Sumber : Buku IR. Heru Basuki)

Tabel 2.6 Hubungan antara harga CBR dengan klasifikasi Subgrade menurut FAA

Klasifikasi	CBR
Fa	20 (atau lebih)
F1	16 – 20
F2	13 – 16
F3	11 – 13
F4	9 – 11
F5	8 – 9
F6	7 – 8
F7	6 – 7
F8	5 – 6
F9	4 – 5
F10	3 – 4

(Sumber : Buku IR. Heru Basuki)

Untuk menentukan baik buruknya jenis tanah kita tidak bisa hanya mendasarkan kepada analisa laboratorium saja, perlu diadakan penelitian dilapangan terutama yang berhubungan dengan drainage-nya, kemampuan melewatkan air permukaan.

Ada dua prosedur pemilihan ketebalan perkerasan yaitu prosedur untuk menentukan ketebalan perkerasan bagi lapangan terbang yang melayani pesawat dengan berat kotor di atas 30.000 lbs (13607,771 kg) dan untuk menentukan tebal perkerasan di bawah 30.000 lbs (13607,771 kg) yaitu pesawat-pesawat ringan.

Perhitungan ketebalan tiap lapisan didasarkan kepada grafik. Grafik ini dibuat untuk perhitungan berat pesawat kotor dimana 95% berat totalnya ditumpu pada dua roda pendaratan utama. Gerakan pendaratan tidak diperhitungkan karena berat pendaratan selalu lebih kecil dibanding berat lepas landas.

Grafik-grafik yang dibuat oleh FAA berdasarkan kepada pengalaman-pengalaman dari Corps Of Engineer yang diangkat dari metode CBR telah teruji bahwa perhitungan dengan memakai grafik-grafik FAA bisa dipakai sampai 20 tahun, bebas dari perbaikan yang berarti kecuali ada perubahan lalu lintas pesawat. Rehabilitasi sebelum 20 tahun perlu dilakukan terutama pada lapisan permukaan untuk menjamin skid resistance (permukaan jangan licin).

Didalam menentukan ketebalan lapisan perkerasan terlebih dahulu harus ditentukan pesawat rencana yaitu yang bebannya menghasilkan ketebalan perkerasan yang paling besar, pesawat rencana tidak perlu harus yang terberat. Dalam rancangan lalu lintas pesawat, perkerasan harus melayani beragam macam

pesawat yang mempunyai tipe roda pendaratan berbeda-beda dan berlainan beratnya. Tekanan roda pesawat mempunyai variasi dari 75 sampai 200 psi (516 sampai 1380 KPa) tergantung kepada konfigurasi roda pendaratan dan berat total pesawat. Pengaruh dari semua jenis model lalu lintas harus dikonversikan ke dalam pesawat rencana dengan *Equivalent Annual Departure* dari pesawat-pesawat tersebut.

Rumus konversinya adalah:

$$\text{Log } R_1 = (\text{Log } R_2) (W_1/W_2)^{1/2}$$

Dimana :

$R_1 = \text{Equivalent annual departure pesawat rencana}$

$R_2 = \text{Annual Departure pesawat – pesawat campuran dinyatakan dalam}$
roda pendaratan pesawat rencana

$W_1 = \text{Beban roda dari pesawat rencana}$

$W_2 = \text{Beban roda dari pesawat yang dinyatakan.}$

Bagi pesawat berbadan lebar, dianggap mempunyai berat 30.000 lbs dengan roda pendaratan dual tandem, dalam perhitungan *Equivalent Annual Departure*. Tipe roda pendaratan juga berlainan bagi tiap-tiap jenis pesawat maka perlu dikonversikan juga. Dibawah ini diberikan faktor konversinya.

Tabel 2.7 Faktor konversi

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	1,00
Dual Tandem	Single Wheel	2,00
Dual Tandem	Dual Wheel	1,70
Dual Wheel	Single Wheel	1,30
Double Dual Tandem	Dual wheel	1,70

(Sumber : Buku IR. Heru Basuki)

Tipe roda pendaratan menentukan bagaimana berat pesawat dibagi bebannya kepada roda-roda diteruskan ke perkerasan selanjutnya akan menentukan berapa tebal perkerasan yang bisa/mampu melayani berat seluruh pesawat tersebut.

Di dalam menentukan ketebalan lapisan perkerasan juga diperlukan nilai CBR dari material *subgrade* (tanah dasar) nilai CBR *subbase*, berat total/berat lepas landas pesawat rencana dan jumlah *annual departure* dari pesawat rencana beserta pesawat-pesawat yang sudah di konversikan.

2.3.3 Metode LCN dari Inggris

Metode *Load Classification Number* (LCN) adalah metode perencanaan perkerasan dan evaluasi, merupakan formulasi dari *AirMinistry Directorate General Of Work*, Inggris. Dewasa ini telah diakui oleh ICAO dalam *Aerodrome*

Manual. Dalam prosedurnya kapasitas daya dukung perkerasan dinyatakan dalam angka LCN. Seperti halnya ESWL, setiap pesawat dapat dinyatakan dalam LCN. Angka-angka LCN tergantung kepada geometri roda pendaratan, tekanan roda pesawat, komposisi dari tebal perkerasan.

ICAO (*International Civil Aviation Organization*) menggunakan sistem penggolongan perkerasan untuk menentukan kekuatan perkerasan suatu Bandar udara berguna untuk menentukan kelayakan suatu perkerasan melayani pesawat dengan tipe tertentu sesuai dengan daya dukung perkerasan tersebut.

LCN (*Load Classification Number*) adalah nilai yang menunjukkan beban tertentu dari pesawat yang harus dipikul suatu sistem perkerasan bandara. LCN adalah angka yang menunjukkan kekuatan dukung tanah dasar bandar udara terhadap pesawat yang boleh beroperasi di bandara tersebut.

Maka apabila angka LCN perkerasan lapangan terbang lebih besar daripada LCN pesawat, pesawat dapat mendarat dilapangan terbang itu dengan selamat.

2.3.4 Metode Asphalt Institute

Metode ini dipakai hanya untuk menghitung perkerasan aspal beton yang digelar diatas *subgrade* yang telah dipadatkan terlebih dulu. Kondisi kritis untuk perencanaannya adalah:

- I. Perpanjangan relative horizontal pada lapisan dibawah perekat aspal, apabila perpanjangan relative horizontal berlebihan akan terjadi keretakan pada lapisan aspalnya. Harga regangan tergantung

kepada karakteristik kelelahan dari campuran aspalnya. dengan nilai regangan $2,3 \times 10^{-3}$ in berkaitan dengan repitisi *strain* 10^6 kali. Untuk menentukan tebal rencana perlu diketahui modulus *subgrade*, temperature udara rata-rata tahunan, dan proyeksi ramalan pesawat-pesawat campuran dimasa depan.

- II. Tegangan tekanan vertical pada permukaan lapisan *subgrade*, untuk mengurangi gaya-gaya yang mengakibatkan rutting pada permukaan.

2.3.5 Metode Canadian Departement Of Transportation

Berbagai macam tipe perkerasan kaku (*rigid*) dan perkerasan lentur (*flexible*) telah diuji memakai test bearing plate dengan rentang kontak area dari 200 – 700 yang mewakili pesawat-pesawat yang beroperasi di dunia saat ini.

Namun demikian tidak ada yang dianggap standard oleh badan-badan dunia penerbangan ICAO, ada yang dipakai secara luas di dunia tetapi bukan standard adalah yang dikembangkan oleh CORPS OF ENGINEERS, tentara Amerika, didasarkan kepada test CBR.

2.4 Penentuan nilai CBR (California Bearing Ratio)

Ada dua cara untuk menentukan nilai CBR, yaitu:

- 1) Uji CBR Lapangan

Standar ini hanya menetapkan penentuan nilai CBR langsung di tempat dengan membandingkan tegangan penetrasi pada suatu lapisan/bahan tanah dengan tegangan penetrasi bahan standar. Cara uji ini digunakan untuk mengukur kekuatan struktural tanah dasar, lapis

pondasi bawah dan lapis pondasi yang digunakan dalam perencanaan tebal perkerasan.

Data lain yang harus diperoleh pada waktu dan tempat yang sama adalah kadar air dan kepadatan. Tata cara pelaksanaan pengujian sesuai dengan metode pengujian kadar air tanah dengan alat *speedy*, SNI 03-1965.1-2000 dan metode pengujian kepadatan lapangan dengan alat konus pasir, SNI 03-1744-1989.

Apabila pengujian CBR lapangan tidak dapat dilakukan di lapangan maka nilai CBR dapat diperoleh dengan pengujian CBR laboratorium. Benda uji yang digunakan untuk CBR laboratorium merupakan benda uji *undisturbed*. Tata cara pelaksanaan pengujian sesuai dengan metode pengujian laboratorium, SNI 03-1744-1989.

2) Uji CBR Laboratorium

CBR laboratorium adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Nilai CBR laboratorium biasanya digunakan untuk perencanaan lapisan perkerasan.

Untuk menentukan nilai CBR laboratorium harus disesuaikan dengan peralatan dan data hasil pengujian kepadatan, yaitu pengujian pemadatan ringan untuk tanah dan pengujian pemadatan berat untuk tanah.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 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.

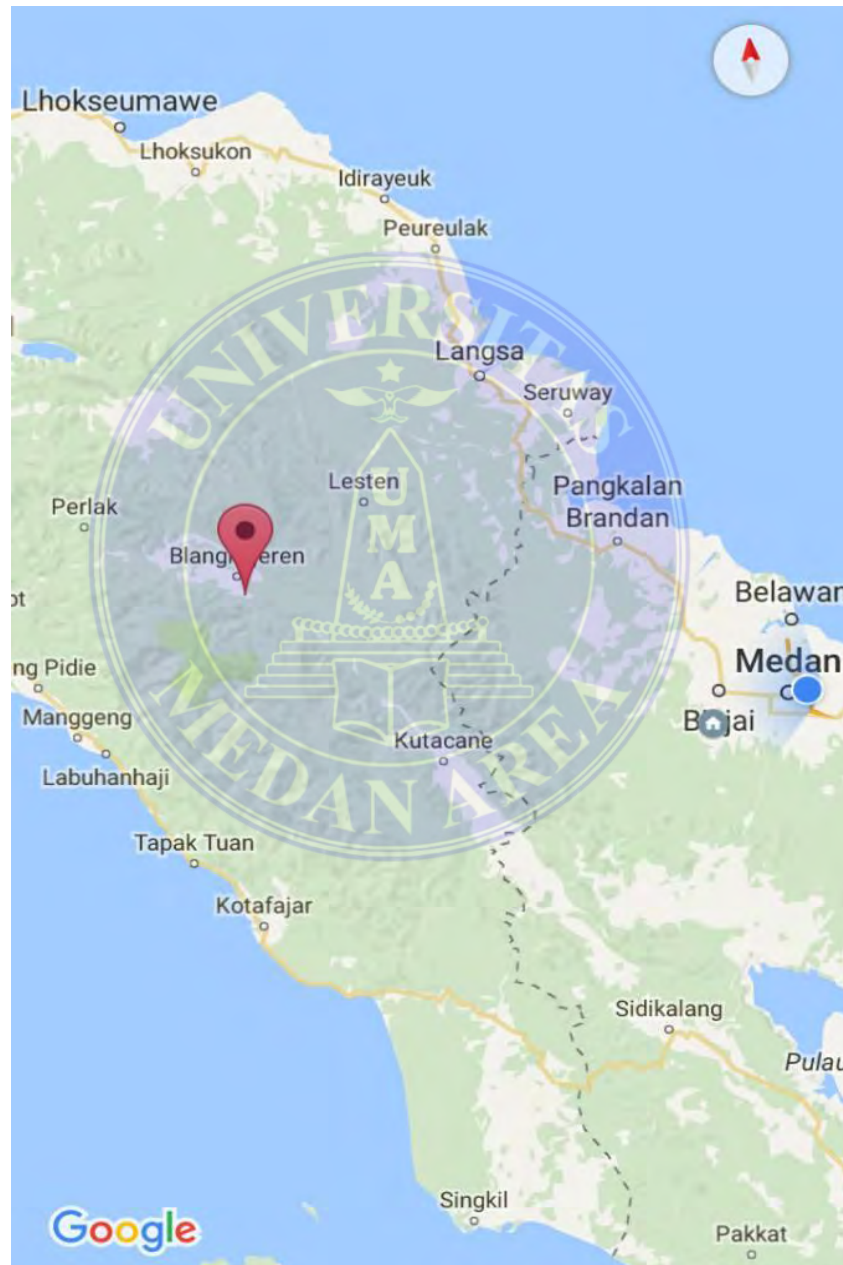
3.2 Proses Pengumpulan Data

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 Kementerian Perhubungan Unit Bandar Udara Senubung Kabupaten Gayo Lues Provinsi Aceh.

3.3 Lokasi Penelitian

Lokasi perencanaan yang dijadikan objek adalah bandar udara senubung yang terletak di Gampong Penggalangan dan Gampong Palok, Kecamatan Blangkejeren Kabupaten Gayo Lues – Provinsi Aceh.



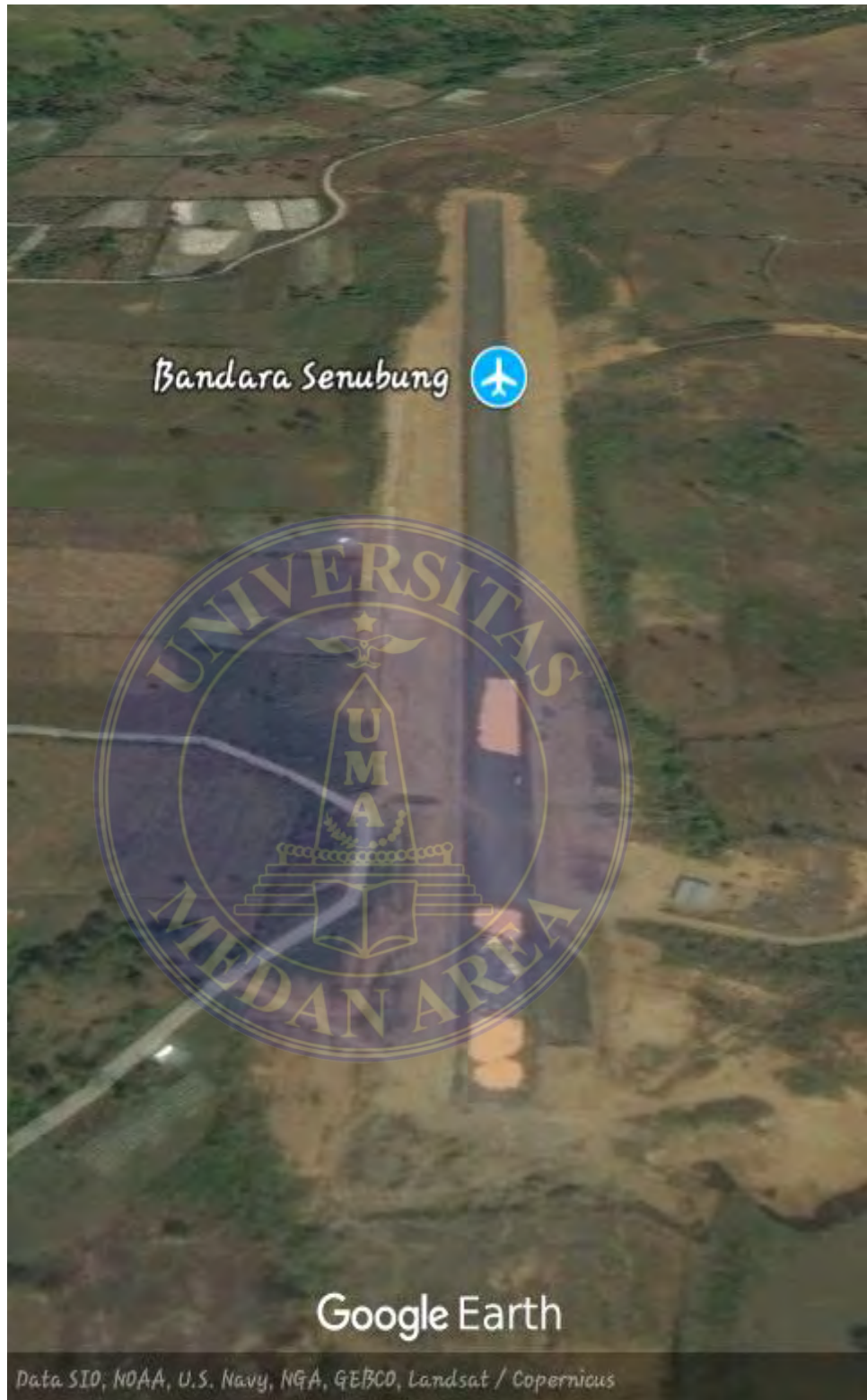
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian

(Sumber: google.com)



Gambar 3.2 Bandar Udara Senubung

(Sumber: google Earth)

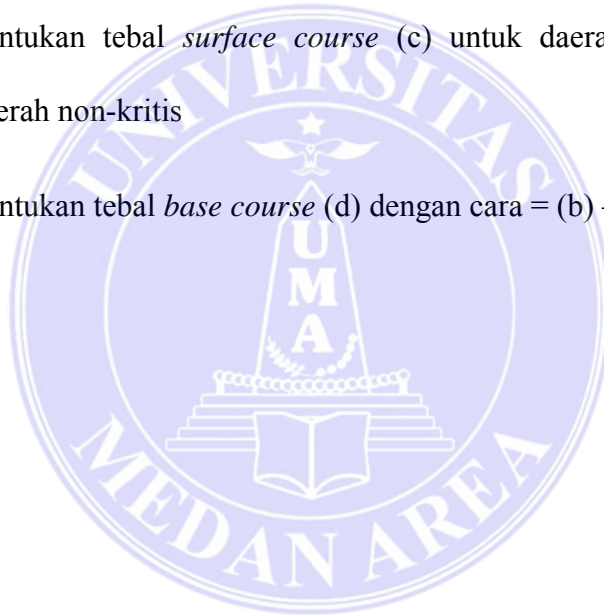


Gambar 3.3 Landasan Pacu Bandar Udara Senubung

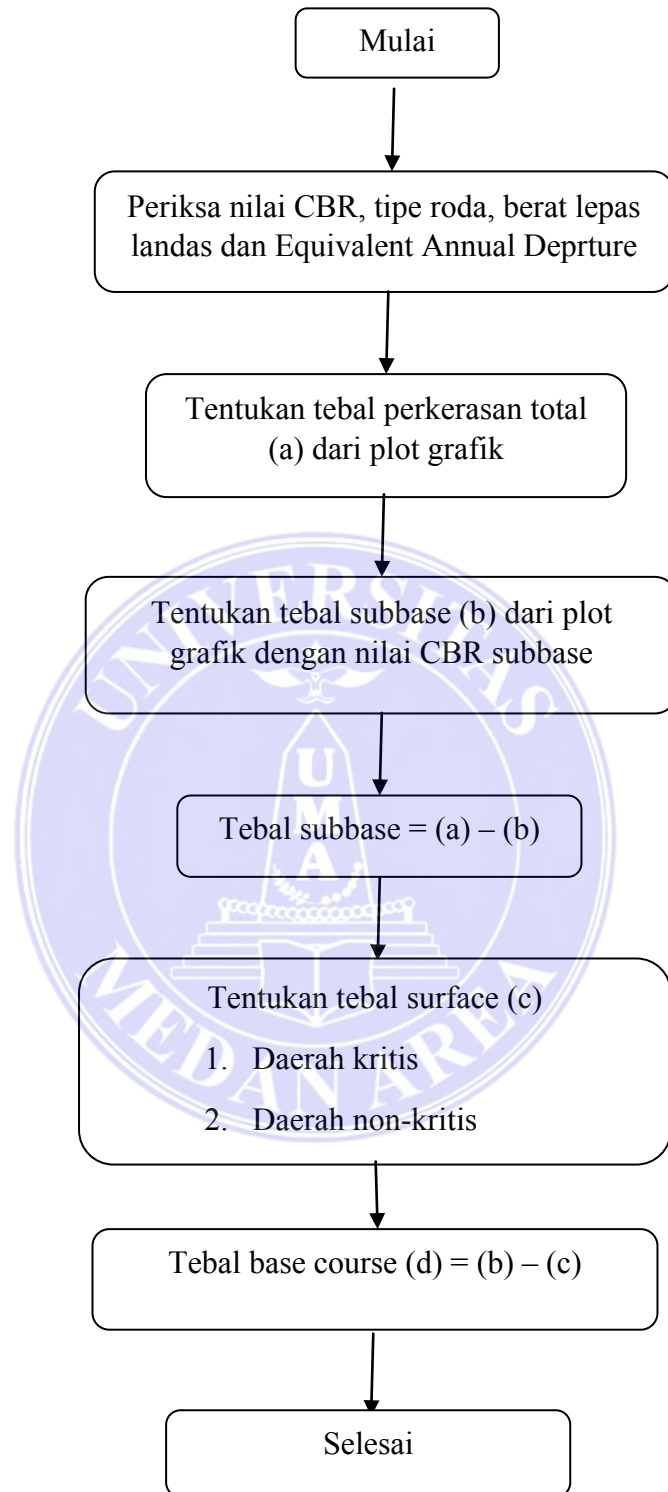
(Sumber: google Earth)

3.4 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).



Metodologi perencanaan ini dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3.4 Bagan Alir Metodologi

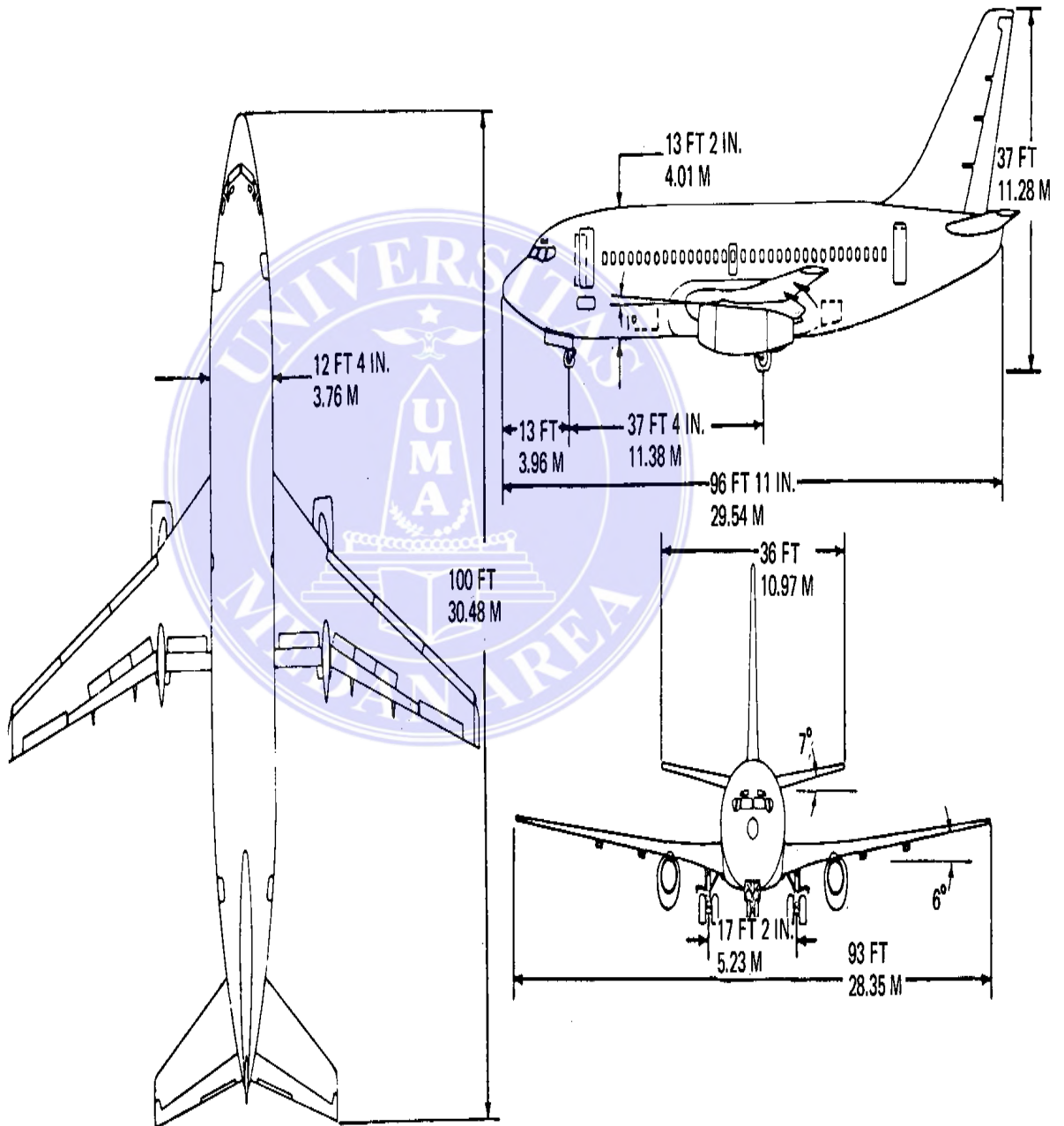
DAFTAR PUSTAKA

- Advisory Circular AC 150/5320-6D, 2005. Airport Pavement Design and Evaluation. FAA
- BASUKI HERU, Ir. “Merancang Dan Merencana Lapangan Terbang” Bandung, 1986.
- Horonjeff Robert and Mc Kelvey, 1983, Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara, Edisi Jilid 1 dan 2. Erlangga. Jakarta.
- Jurnal Jennie Kusumaningrum (Perencanaan *Runway* Dan *Taxiway* Serta Perbaikan *Subgrade* Pada Bandara Juwata, Tarakan)
- Jurnal Sheellfia J. Permana, Ir. HeranWidyastuti, MT. Ph.D (Studi Perencanaan Pengembangan Landas Pacu Dan Landas Hubung Bandara Abdulrachman Saleh Malang)
- Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor: SKEP/120/VI/2002 Tentang Petunjuk Pelaksanaan Pembuatan Rencana Induk Bandar Udara
- Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor: SKEP/77/VI/2005 Tentang Persyaratan Teknis Pengoperasian Fasilitas Teknik Bandar Udara
- Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor: KP 39 Tahun 2015 Tentang Standar Teknis dan Operasi Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil–Bagian 139
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: PM 69 Tahun 2013 Tentang Tatanan Kebandarudaraan Nasional
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: PM 56 Tahun 2015 Tentang Kegiatan Pengusahaan di Bandar Udara
- SNI 1738:2011, “Cara Uji Cbr Lapangan”
- SNI 03-1744-1989, “Metode Pengujian Cbr Laboratorium”

LAMPIRAN

Lampian 1. Gambar dimensi pesawat rencana

737-200 AIRPLANE DIMENSIONS



Sumber : https://id.wikipedia.org/wiki/Boeing_737-200

Lampiran 2. Dimensi pesawat yang dilayani



Wingspan – 52 ft 1 in (15.87 m)



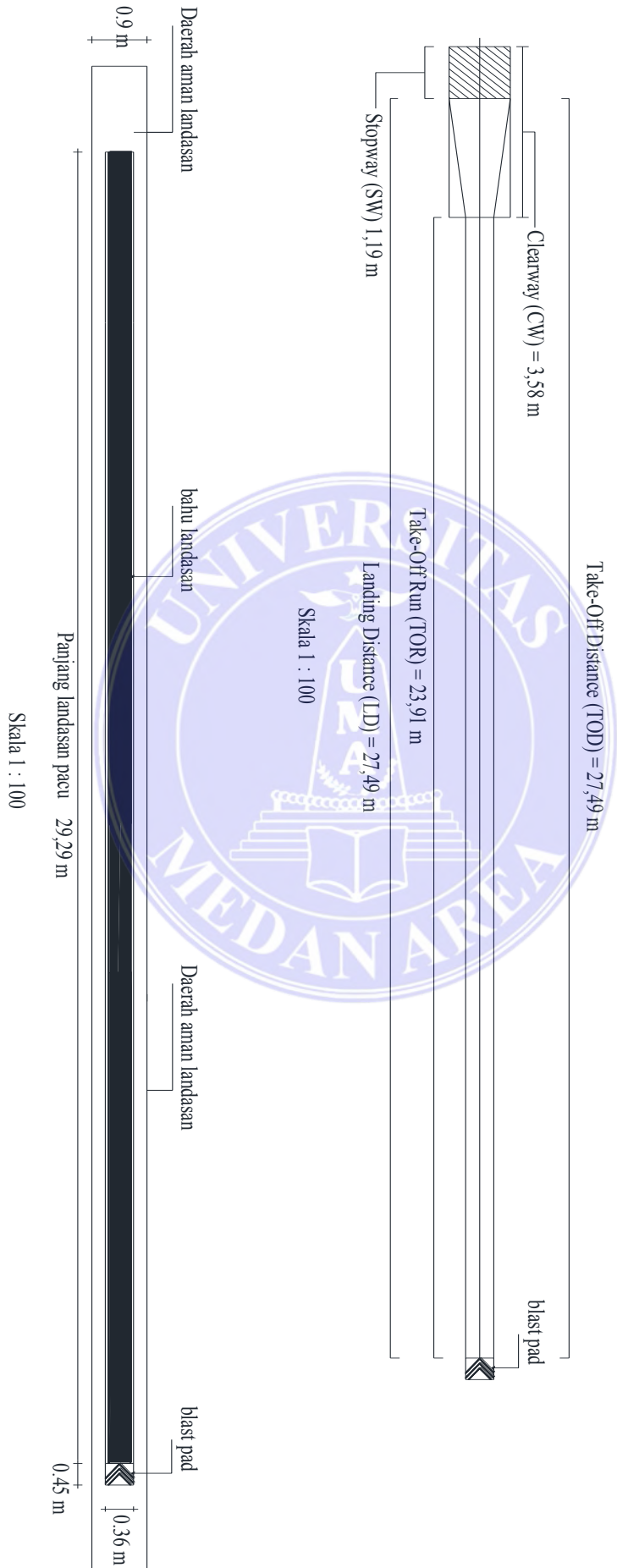
Height
15 ft 1 in (4.60 m)



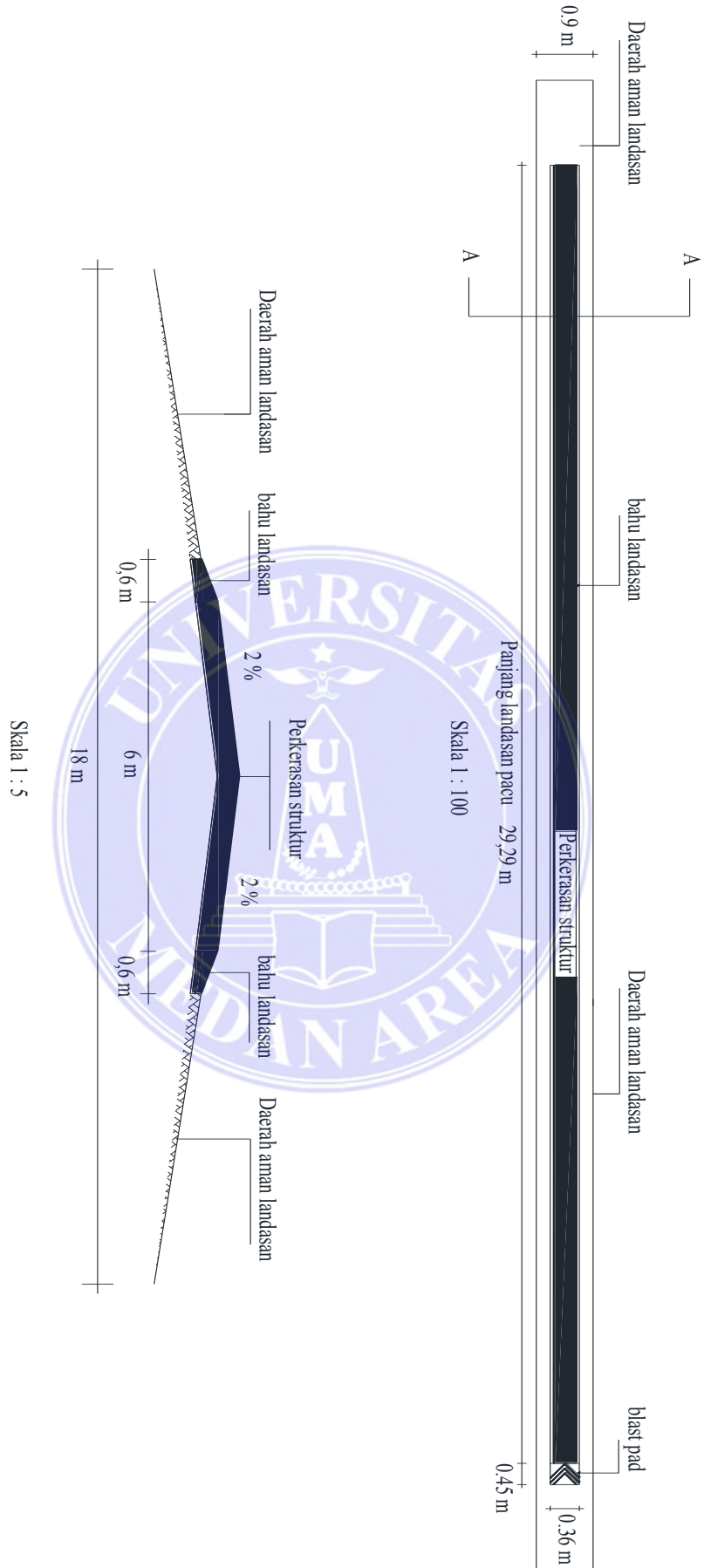
Length – 41 ft 7 in (12.67 m)

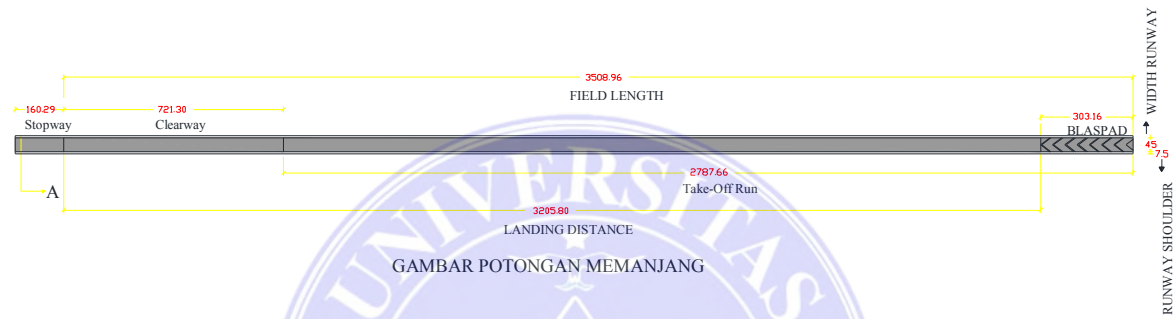
Sumber: <http://google.imgcessenakaravan.com>

Lampiran 3. Dimensi landasan pacu rencana

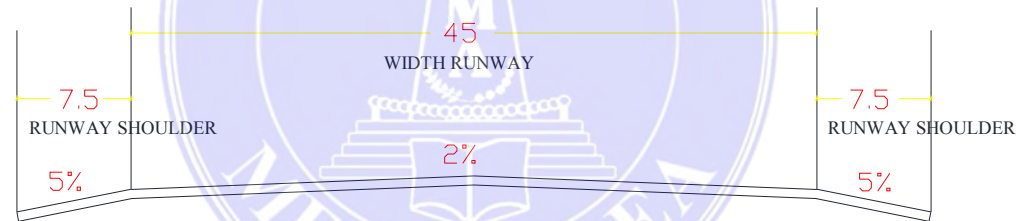


Lampiran 4. potongan melintang landasan pacu





GAMBAR POTONGAN MEMANJANG



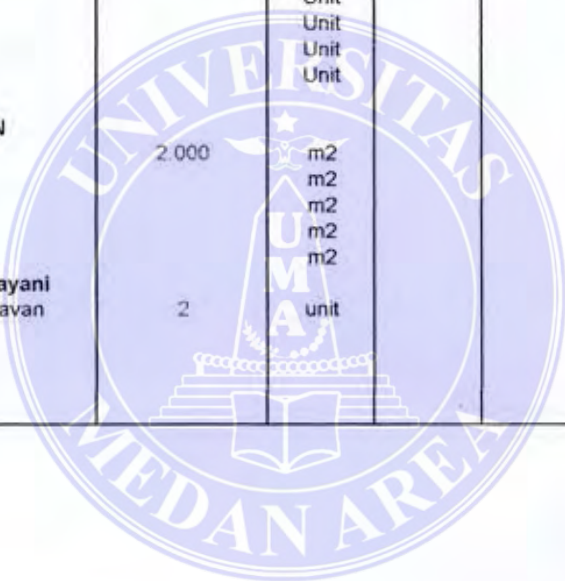
GAMBAR POTONGAN A

UNIVERSITAS MEDAN AREA	PENGEMBANGAN BANDARA SENUBUNG KABUPATEN GAYO LUES PROVINSI ACEH	JUDUL GAMBAR	DIPERIKSA/DIKETAHUI OLEH	DIGAMBAR OLEH	SKALA
		DIMENSI LANDASAN PACU	IR. MELLOUKEY ARDAN, MT	RAHMAD FAUZI NPM : 158110059	GAMBAR POTONGAN A SKALA 1 : 400

**DATA SARANA DAN PRASARANA
BANDAR UDARA BLANGKEJEREN
TAHUN 2016**

NO	SARANA DAN PRASARANA	VOLUME	SATUAN	JUMLAH	STATUS	KETERANGAN
1	PEGAWAI I					
	Golongan I	-	Orang	0	PNS Daerah 1 PNS Pusat 2 Proses Pergalihan Status Pegawai	Proses Pergalihan Status Pegawai daerah
	Golongan II	3	Orang	3		
	Golongan III	3	Orang	3		
	Golongan IV	0	Orang	0		
Honorar Pusat	12	Orang	12			
2	TANAH					
	Sertifikasi	± 54.000	m2			
	Belum Sertifikasi	-	m2			
3	GEDUNG					
	a. Gedung Kantor	-	m2			
	b. Terminal					
	- Domestik	40	m2	1		Terminal sementara
	- Internasional	-				
	c. Gedung Operasional	-	m2			
	d. Rumah Dinas					
	Type 45	2	Unit			
Type 54	-	Unit				
Masjid	-	Unit				
4	LANDASAN					
	Runway	23 x 810 Tebal (10 cm)	m2			
	Taxiway	18 x 75	m2			
	Apron	40 x 60	m2			
	Turning Area		m2			
	Overrun		m2			
	Shoulder	3.500	m2			
5	SALURAN					
	Saluran Terbuka	1.200	m2			
	Saluran Tertutup	-				
6	TIANG ANTENA					
Antena A/G	2	Unit				
7	ALAT-ALAT BESAR					
	Traktor		Unit			
	PKP-PK		Unit			
	Hand Mover		Unit			
	Ridding Mover		Unit			
8	FASILITAS KOMUNIKASI					
	SSB	1	Unit			
	VHF	1	Unit			
	HT	4	Unit			
9	FASILITAS NAVIGASI					
NDB	-	Unit				
10	FASILITAS LISTRIK					
	Genset 5KVA	1	Unit			
	UPS		Unit			

	Flood light		Unit		
	Titik Lampu	-	Unit		
11	FASILITAS KEAMANAN PENERBANGAN				
	Mobil PKP-PK		Unit		
	Kendaraan RIV	1	Unit		
	X-ray	1	Unit		
	Metal Detector	2	Unit		
	Walk Gate (WTMD)	1	Unit		
	Alat Pemadam sedang	1	Unit		
	Alat Pemadam ringan	1	Unit		
12	KENDARAAN				
	Roda 2	-	Unit		
	Roda 4	-	Unit		
13	FASILITAS KANTOR				
	Komputer		Unit		
	Mesin Ketik Manual		Unit		
	Meja kursi Kerja		Unit		
	Filing Kabinet		Unit		
	Partisi		Unit		
	Dispenser		Unit		
	AC Split		Unit		
14	FASILITAS LINGKUNGAN				
	Pagar	2.000	m2		
	Lapangan Parkir		m2		
	Halaman / Taman		m2		
	Jalan Masi + Inspeksi		m2		
	Jalan Lingkungan		m2		
15	Jenis Pesawat Yang Melayani				
	Cessna C208B Grand Caravan kapasitas 12 seat	2	unit		





PEMERINTAH KABUPATEN GAYO LUES
DINAS PERHUBUNGAN



Jl. Tengku Mahmud Komplek Perkantoran PEMDA Kabupaten Gayo Lues
Telp.(0642) 2340011 Fax.(0642) 2340012 E-mail : dishubkominfokabGL@yahoo.com

SURAT KETEANGAN
Nomor : 550/ / 2017

URAIAN	KETERANGAN
Data CBR Subgrade	10 %
Data CBR Subbase	40 %
Tahun operasional	2015
Pesawat yang dilayani	Cessena Karavan
Jumlah keberangkatan pertahun	200
Temperatur	20°C
Susunan roda pesawat	1 depan 2 belakang
Kemiringan	2 %
Ketinggian dari permukaan laut	850 meter
Luas lahan	+ 5800 m ²

Balangkejeren, 30 Oktober 2017
DINAS PERHUBUNGAN
KABUPATEN GAYO LUES

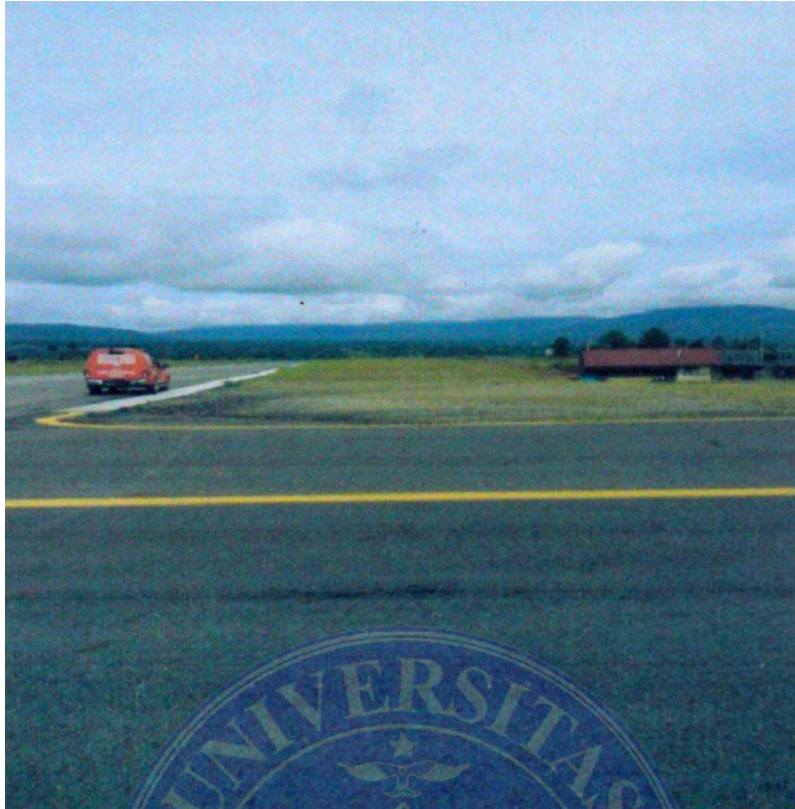
PEMERINTAH KABUPATEN
DINAS PERHUBUNGAN
Dis. IBRAHIM SALEH
Perpina Utama Muda
NIP: 19680220 199301 1 001



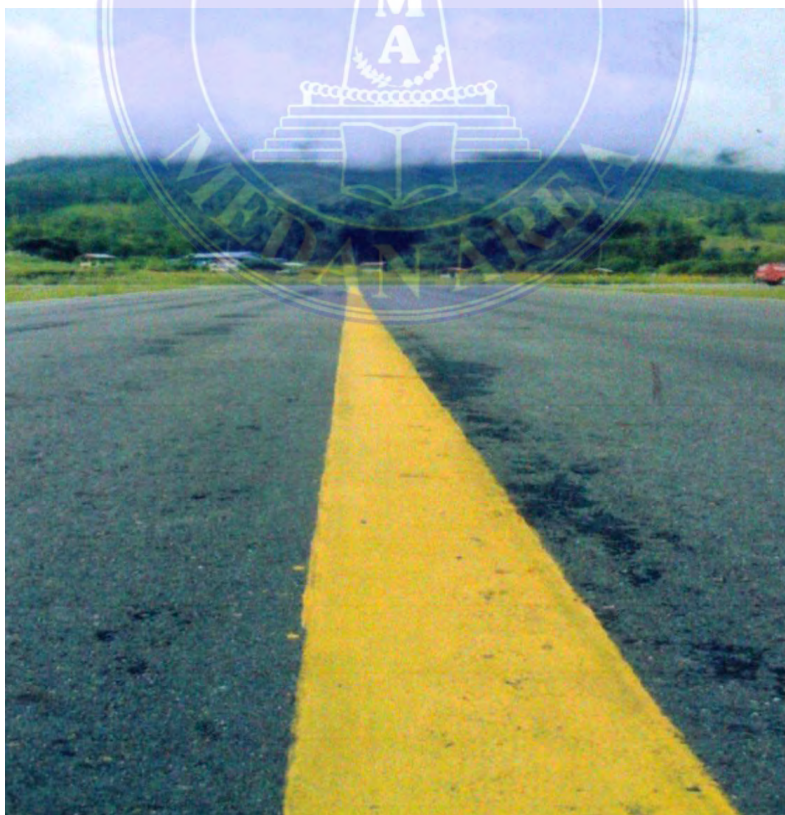
Gambar 1. Landasan pacu bandara senubung



Gambar 2. Perkerasan landasan pacu



Gambar 3. Terminal penumpang



Gambar 4. Landasan penghubung