

**PERENCANAAN BANDARA PERINTIS ( STUDI KASUS BANDARA DI PULAU ROMANG ,  
KEPULAUAN MALUKU BARAT DAYA )**

Atjep Sudarjanto Dan Dede Saputra  
Insititut Sains dan Teknologi Nasional (ISTN)  
Jl. M.Kahfi II, Jagakarsa, Jakarta 12620  
Telp/Fax : 021 78880275  
Email : [atjep78@istn.ac.id](mailto:atjep78@istn.ac.id)  
[dedebatuhiu@gmail.com](mailto:dedebatuhiu@gmail.com)

**ABSTRAK**

Provinsi Maluku memiliki sumber daya alam yang cukup banyak , mulai dari potensi pertambangan,perikanan, wisata alam dan masih banyak lagi potensi yang lainya yang belum tersentuh oleh pembangunan. Dengan berbagai potensi yang di miliki oleh pulau-pulau di Indonesia bagian timur ini maka wajar adanya apabila progam pemerintah untuk membangun Indonesia timur menjadi prioritas perencanaan pembangunan Indonesia dalam priode pemerintahan sekarang ini yang tentunya sangat penting artinya bagi pembangunan daerah yang selama ini belum terjamah oleh pembangunan. Pertumbuhan ekonomi suatu daerah sangat di tentukan oleh sarana dan prasarana penunjang lainya , seperti pembangunan jalan,jembatan,pelabuhan dan bandar udara.Yang menjadi perhatian utama dalam sebuah bandara adalah letak dan arah landas pacu (*runway*) karena letak *runway* berpengaruh pada letak dan posisi *taxyway* dan *apron*, yang dapat memudahkan pergerakan pesawat, kenyamanan penumpang dan kru pesawat itu sendiri.Secara garis besar penelitian ini untuk merencanakan letak dan kebutuhan di bandara pulau romang ini, desain yang di rencanakan meliputi desain geometrik, kebutuhan lahan untuk *runway*, *taxiway*, *apron* atau terminal bandara serta perencanaan perkerasan semua daerah yang menjadi wilayah bandara,sehingga bandara ini dapat beroperasi dan terealisasi sesuai dengan umur rencana dari bandara itu sendiri tanpa adanya suatu hambatan (*Obstacle*) yang memungkinkan terjadi pada sebuah bandara, desain ini berdasarkan proyeksi jumlah penumpang dan pesawat rencana yang akan beroperasi di bandara ini.

**Kata kunci :** Bandar Udara Indonesia Timur

**ABSTRACT**

*Maluku Province has quite a lot of natural resources, ranging from mining potential, fisheries, natural tourism and many other potentials that have not been touched by development. With the various potentials of the islands in eastern Indonesia, it is only natural that the government program to develop eastern Indonesia is a priority for Indonesia's development planning in the current administration period which is certainly very important for regional development that has not been touched by development. The economic growth of a region is very determined by other supporting facilities and infrastructure, such as the construction of roads, bridges, ports and airports. The main concern in an airport is the location and direction of the runway because the location of the runway affects the position and position of the taxiway and apron, which can facilitate the movement of the aircraft and the comfort of the passenger and crew of the aircraft. to plan and design the location and needs at this island romang airport, the planned design includes geometric designs, land requirements for runways, land requirements for taxiways, land requirements for aprons or airport terminals as well as pavement planning for all areas that are airports, so the airport this can actually operate and be realized according to the age of the plan of the airport itself without the possibility of an Obstacle which can occur at an airport, this design is based on the projection of the number of passengers and planes that will operate at this airport.*

**Keywords:** East Indonesia Airport

**PENDAHULUAN**

**Latar belakang**

Pembangunan sarana dan prasaran angkutan '*transportasi*' baik darat, laut dan udara merupakan hal penting untuk menunjang pemerataan pembangunan. Indonesia adalah negara kepulauan yang memiliki ribuan pulau. Penggunaan dan pemilihan alat angkutan untuk keperluan transportasi menjadi hal yang penting dan merupakan penentu perkembangan pembangunann suatu daerah.Dengan keadaan geografis yang beragam ini Penggunaan transportasi udara menjadi hal yang penting untuk menunjang pembangunan suatu daerah.

Pembangunan bandara ini diharapkan dapat menjadi titik awal pertumbuhan pembangunan di pulau Romang meski pada tahap awal bandara ini hanya di gunakan untuk pesawat berukuran kecil yaitu CESSNA GRANDCARAVAN EX

*Seminar Nasional Riset dan Teknologi, Jakarta 13 Oktober 2018*

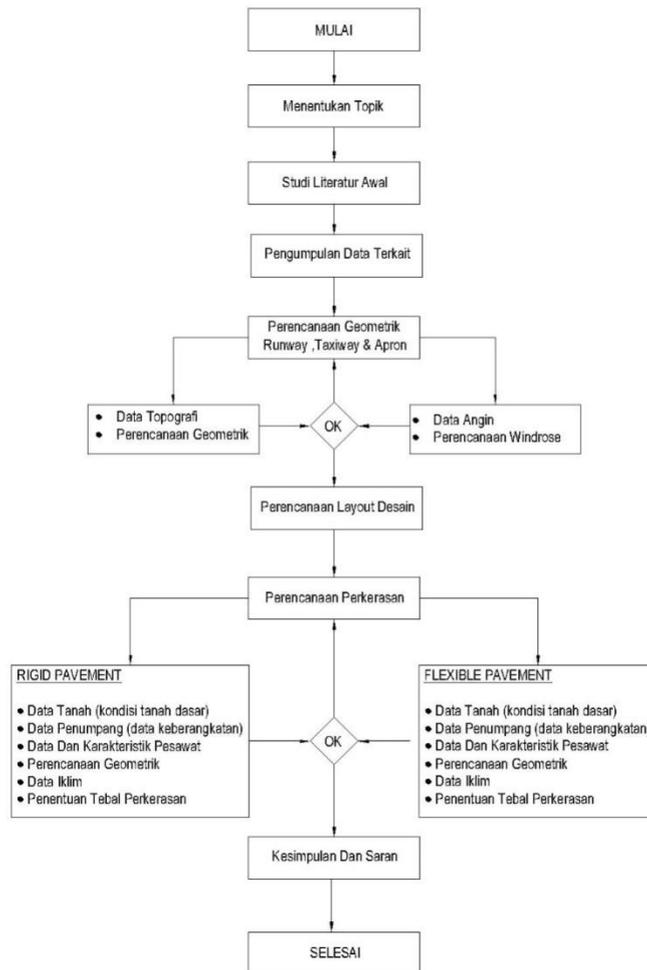
yang hanya mampu mengangkut penumpang 10 – 14 orang, Dengan Peruntukan awal bandara ini hanya mengangkut penumpang orang.

*Runway* adalah tempat terpenting, karena merupakan tempat peralihan pergerakan pesawat baik dari darat menuju udara ataupun sebaliknya, yaitu pendaratan dan atau lepas landas.

**METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini di lakukan pada perencanaan bandara di pulau Romang untuk keperluan transportasi masyarakat. Untuk mendapatkan hasil penelitian yang akurat dan tepat sasaran di perlukan penelitian yang tepat dan sistematis. Hal ini dimaksudkan untuk memberikan kemudahan bagi peneliti dalam pembuktian kebenaran, analisa, dan perbaikan kesalahan yang juga berguna bagi pengembangan selanjutnya.

Dalam bagian ini akan diuraikan langkah-langkah penelitian .



Gambar 1 Bagan Alur Penelitian

Tahap persiapan ini merupakan tahap pengumpulan informasi awal untuk mengidentifikasi, merumuskan, dan menentukan tujuan dari pemecahan masalah dengan mempertimbangkan pengetahuan berdasarkan literatur yang ada.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Untuk merencanakan sebuah bandara data geometrik merupakan data awal yang harus di rancang, yaitu diperlukanya data perkiraan penumpang yang bakal beraktifitas mulai dari harian sampai tahunan ,baik data penumpang domestik

maupun penumpang internasional. Data kebutuhan pesawat ,data pesawat yang paling besar yang akan beraktifitas di bandara di bandra tersebut. Agar kapasitas bandara dapat memenuhi kebutuhan . Data tersebut adalah data rencana penumpang tahunan sampai dengan dua puluh tahun kedepan sesuai dengan umur rencana bandara yang akan beroperasi.

Perencanaan pesawat yang akan beroperasi di bandara ini adalah pesawat dengan kapasitas penumpang sedikit yaitu CESSNA GRANDCARAVAN EX , dengan kapasitas penumpang sepuluh sampai dengan empat belas orang. Maka dalam perencanaan *runway*, digunakan pesawat rencana dengan menggunakan pesawat cessna Dalam perencanaan runway digunakan data pesawat yang terbesar yang akan beroperasi, pesawat yang mempunyai spesifikasi yang terbesar adalah CESSNA GRANDCARAVAN EX.

Tabel 1 Data Spesifikasi Pesawat

<b>Dimensions (m)</b>			
<i>Length</i>	12.67	<i>Tread</i>	3.56
<i>Height</i>	4.60	<i>Cabin Interior</i>	1.37x1.63x5.10
<i>Wingspan</i>	15.87	<i>Maximum Passengers</i>	10 – 14
<i>Wing Area</i>	25.96 sq	<i>Baggage Capacity</i>	(639.6kg) 4.05cu
<i>Wheelebase</i>	4.05		
<b>Weights (kg)</b>			
<i>Max Ramp Weight</i>	4.011	<i>Basic Operation</i>	4.418
<i>Max. Takeoff Weight</i>	3.995	<i>Useful Load</i>	1.593
<i>Max. Landing Weight</i>	3.856	<i>Max. Payload</i>	1.438
<b>Usable fuel Cap.</b>		<i>Full Fuell Payload</i>	576
<i>Weight</i>	1.019		
<i>Volume</i>	1.269 L		
<b>Performance</b>			
<i>Max. Cruise Speed</i>			303 km/h
<i>Max. Range</i>			1.689 km
<b>Takeoff</b>			
<i>Takeoff Distance</i>			658 m
<i>Groud Roll</i>			4.26 m
<b>Landing</b>			
<i>Landing Distance</i>			560 m
<i>Groud Roll</i>			306 m
<i>Max. Operating Altitude</i>			7.620 m
<i>Max. Climb Rate</i>			389 mpm
<i>Max. Limit Speed</i>			324 km/h
<i>Stall Speed</i>			133 /h

#### Perencanaan *Runway* dan Kelengkapan

*Runway* adalah daerah berbentuk empat persegi panjang pada daerah aerodrome , yang di gunakan untuk kegiatan mendarat atau tinggal landas pesawat. Panjang *runway* utama di tentukan oleh pesawat yang memiliki MTOW terbesar dari pesawat rencana yang akan beroperasi di bandara tersebut. Pesawat rencana yang di gunakan meliputi kelas yang terbesar hingga kelas yang terkecil. Pesawat rencana yang akan di gunakan dalam perencanaan *runway* adalah Cessna 208 Grandcaravan EX. Dengan karakteristik teknis :

- ARFL : 950m
- *Wingspan* : 15.87m
- *Outer main gear wheel span* : 4.05m
- *Ocerall length* : 12.67m
- *Maximum take off weight (MTOW)* : 3.995kg

Karakteristik teknis secara detail unth pesawat Cessna Grandcaravan EX dapat di lihat pada tabel 4.1 . Dari karakteristik di atas maka kode untuk pesawat sesuai dengan keentuan ARC paada tabel dapat di tentukan yaitu 2B.

**Seminar Nasional Riset dan Teknologi, Jakarta 13 Oktober 2018**

Kode 2 untuk pesawat dengan  $ARFL > 950m$  ( $ARFL$  Cessna 208 Grandcaravan EX = 950m ) sednbgkn kode huruf B berarti pesawat Cessna 208 ini mempunyai *Wingspan* 15.87m dan *Outer main gear wheel span* adalah 4.05m. Sistem Pengoperasian *Runway* untuk bandar di pulau Romang dilakukan dengan manual

PERHITUNGAN KEBUTUHAN LAHAN LANDASAN

Pesawat Lepas Landas Kondisi Normal

Panjang kebutuhan dasar untuk Cessnagrand Caravan 208 = 658.0m  
 Take - off Distance Available / Take - off Distance (TODA / TOD) = 756.7 m  
 Take - off Run Available / Take - off run (TORA / TOR) = 658.0 m  
 Lift-Off Distance Available / Lift-Off Distance (LODA / LOD) = 416.2 m

- 1 Jarak Untuk Lepas Landas
  - a. Landing Distance (LD) = 756.7 m
  - b. Stop Distance (SD) = 658.0 m
  - c. Clearway (CW) =  $0.5 \times (TOD-LOD)$  = 170.3 m
  - d. Stopway =  $0.05 \times LD$  = 37.8 m
  - e. Panjang Landasan ( Field Length (FL)) = 828.3 m
2. Pesawat Lepas Landas Kondisi Bermasalah
  - a. Landing Distance (LD) = 756.7 m
  - b. Lift-off Distance (LOD) = 567.5 m
  - c. Clearway (CW) = 94.59 m
  - d. Stopway = 37.84 m
3. Pesawat Lepas Landas Kondisi Mesin Bermasalah
  - a. Landing Distance (LD) = Take-Off Distance = 756.7 m
  - b. Stop Distance (SD) =  $0.6 \times LD$  = 454.0 m
  - c. Clearway (CW) =  $0.15 \times LD$  = 113.51 m
  - d. Stopway (SW) =  $0.05 \times LD$  = 37.84 m

Untuk kondisi kegagalan mesinpanjang runway yang di butuhkan adalah

*Accelerate Stop Distance (ASD) = Field Length*

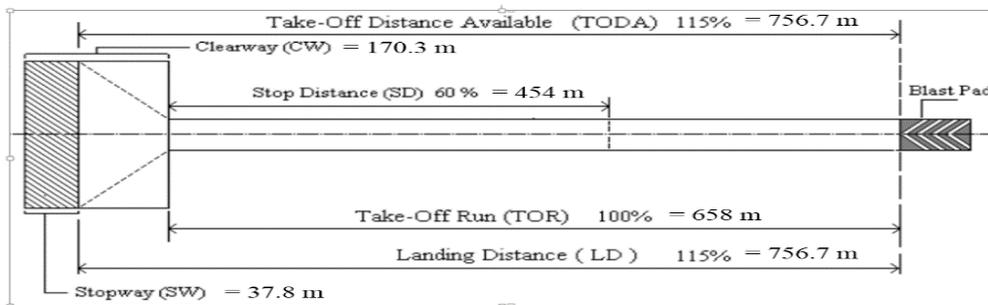
Panjang Landasan ( Field Length (FL)) = 794.54 m

4.2.1 Pesawat Lepas Landas Kondisi Landasan Bermasalah

- a. Landing Distance (LD) = Take-Off Distance = 756.7 m
- b. Stop Distance (SD) =  $0.6 \times LD$  = 454.0 m
- c. Clearway (CW) =  $0.15 \times LD$  = 113.51 m
- d. Stopway (SW) =  $0.05 \times LD$  = 37.84 m

Panjang desai akhir dari landaasan pacu adalah = 828.26 m dan di bulatkan = 850 m

Dimensi rinci landasan geometris untuk Cessna Grandcaravan 208 adalah:



Gambar 2 Detail Dimensi Geometriklandasan pacu.

Perhitungan Kebutuhan Lahan Untuk *Taxiway*

*Taxiway* adalah daerah atau jalan yang di pergunakan untuk berpindah atau keluar masuknya pesawat dari satu area ke area lain sehingga pesawat bisa berpindah dengan nyaman dan tidak saling mengganggu antara pesawat yang satu dengan pesawat yang lain. Adapun ukuran-ukuran taxiway adalah sebagai berikut :

- a. Labar minimum = 10.5 m
- b. Labar runway strip = 60 m
- c. Labar runway = 25 m
- d. Radius minimum = 17.75 m
- e. Panjang dari peralihan ke fillet = 15 m
- f. *Maximum longitudinal slope* = 3%
- g. *Transversal slope (e max)* = 2%

Perhitungan Panjang taxiway dapat di hitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Panjang Taxiway} = (1/2 \text{ runway strip} - 1/2 \text{ runway}) + (7 x H - (C + W + 15 m))$$

$$= (1/2 x 45 - 1/2 x 25) + (7 x 4.6 - (4.5 + 15.87 + 15)) = 31.83 m \sim 35 m$$

Perhitungan Kebutuhan Lahan Untuk Apron

Lebar *apron* kebutuhan parking stand di jam puncak (S). Jumlah kedatangan pada jam puncak adalah 2 buah pesawat dengan gate occupancy time rata-rata 40 menit

Dengan kebutuhan parking stand pada jam puncak dengan menggunakan persamaan berikut :

$$A = S x W + (S + 1) x C$$

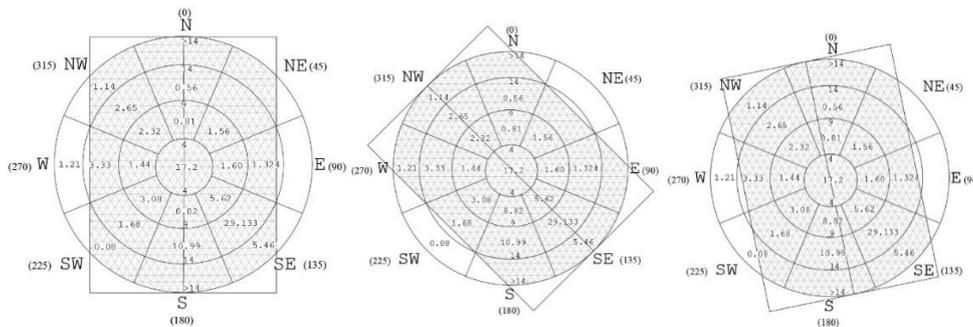
Dimana

- A = Lebar Apron
- W = Wing Span ( tinggi pesawat )
- C = Jarak bersih antar pesawat yang berjalan di aircraft stand taxiline dan pesawat lain atau benda lain ( table 2.17a)

$$A = (2 x 15.87) + (2 + 1) x 7.5 = 54.24 m \sim 60m$$

**PERHITUNGAN ARAH LANDASAN ( RUNWAY ORIENTATION )**

Data angin dari stasiun tutuala mulai januari sampai Desember. Untuk membuat *wind rose* pertama yang di butuhkan adalah data prosentase pergerakan angin seperti yang di tunjukan di tabel 4.2 . Yang terdiri data kecepatan angin serta prosentase kejadian bertiupnya angin di daerah tersebut. Untuk data yang kami pakai adalah data dari data meteorologi tutuala 2009-2014



Gambar 3 Cakupan Arah Mataangin 0° – 180°, 135° – 315°, 165° – 345°

Tabel 4.2 Tabel Penentuan arah landasan (Geometri Runway)

RUNWAY ORIENTATION JUDGEMENT TABLE						
Wind Direction	Azimuthal Sector					
	0-180 (1)		135-315 (2)		165-345 (3)	
	9-14 knot	>14 knot	9-14 knot	>14 knot	9-14 knot	>14 knot
N	0.560	0.000	0.562	0.000	0.560	0.000
NE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
E	1.059	0.000	1.324	0.000	1.059	0.000
SE	29.133	3.822	29.133	4.080	2 9.133	4.914
S	10.990	0.000	10.995	0.000	10.990	0.000
SW	1.680	0.060	1.425	0.080	1.596	0.040
W	2.664	0.000	3.331	0.870	2.664	0.000
NW	2.650	0.798	2.648	0.849	2.650	0.969

TOTAL	48.736	4.680	49.42	5.88	48.652	5.923
4-9 knot	25.8		25.8		25.8	
CALM	17.2		17.2		17.2	
% TOTAL	96.416		97.779		97.575	
Noted	OK ≥ 95%		OK ≥ 95%		OK ≥ 95%	

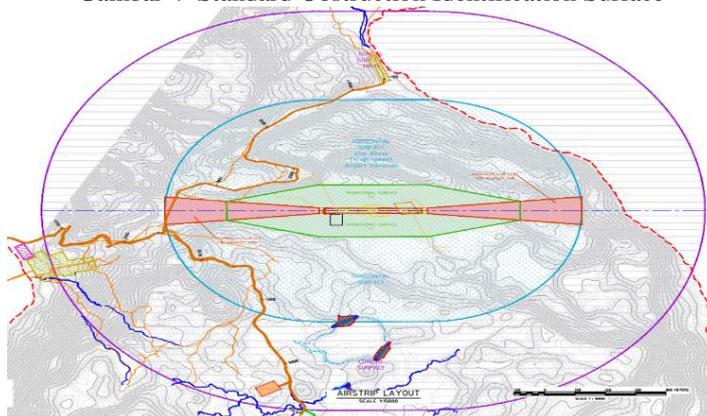
**PERHITUNGANBATASAN RINTANGAN RUNWAY**

Obstacle Limitation Surface (OLS) adalah batasan ketinggian benda-bendadi sekitar bandara yang dapat mengganggu terhadap keberlangsungan operasional bandara udara, kendala yang merupakan bangunan tinggi atau permukaan tanah yang tinggi.Tujuan dari *Obstacle Limitation Surface (OLS)* adalah untuk mengamankan wilayah bandara dari hambatan yang berpengaruh buruk terhadap bandara.

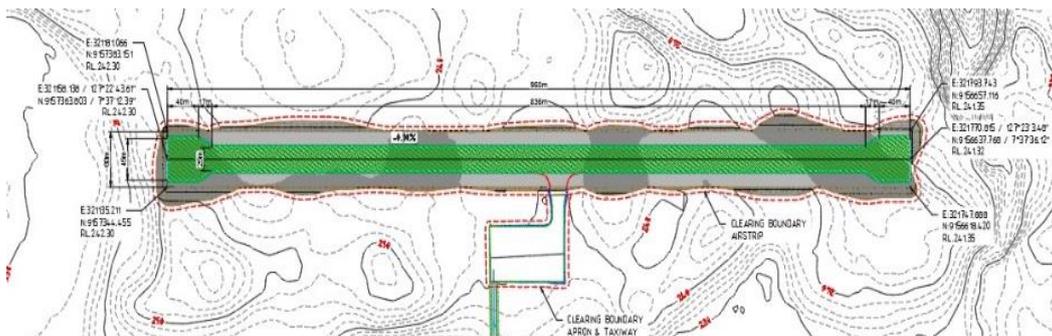
DIM	ITEM	DIMENSIONAL STANDARDS (FEET)					
		VISUAL RUNWAY		NON - PRECISION INSTRUMENT RUNWAY			PRECISION INSTRUMENT RUNWAY
		A	B	A	B		
			C	D			
A	WIDTH OF PRIMARY SURFACE AND APPROACH SURFACE WIDTH AT INNER END	250	500	500	500	1,000	1,000
B	RADIUS OF HORIZONTAL SURFACE	5,000	5,000	5,000	10,000	10,000	10,000
		VISUAL APPROACH		NON - PRECISION INSTRUMENT APPROACH			PRECISION INSTRUMENT APPROACH
		A	B	A	B		
C	APPROACH SURFACE WIDTH AT END	1,250	1,500	2,000	3,500	4,000	16,000
D	APPROACH SURFACE LENGTH	5,000	5,000	5,000	10,000	10,000	*
E	APPROACH SLOPE	20:1	20:1	20:1	34:1	34:1	*

- A - UTILITY RUNWAYS
- B - RUNWAYS LARGER THAN UTILITY
- C - VISIBILITY MINIMUMS GREATER THAN 3/4 MILE
- D - VISIBILITY MINIMUMS AS LOW AS 3/4 MILE
- \* - PRECISION INSTRUMENT APPROACH SLOPE IS 50:1 FOR INNER 10,000 FEET AND 40:1 FOR AN ADDITIONAL 40,000 FEET

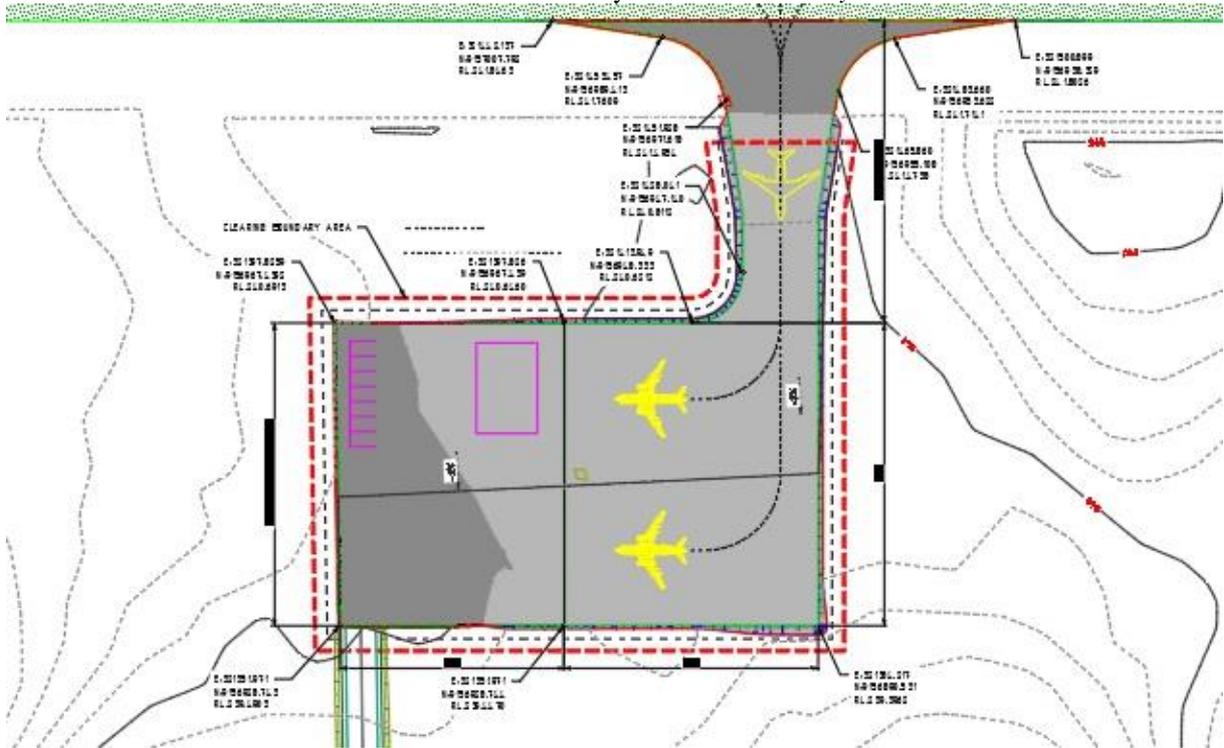
Gambar 4 Standard Obstruction Identification Surface



Gambar 6 Gambar Layout Rencana *Obstacle Limitation*



Gambar 6 Gambar Layout Rencana Runway



Gambar 7 Gambar Layout Rencana Apron & taxiway

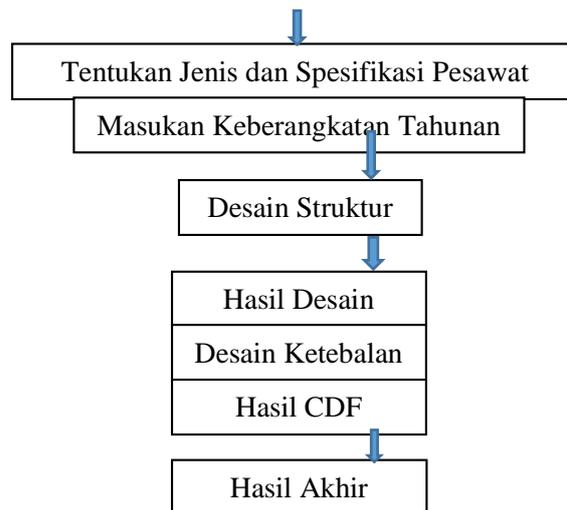
**PERENCANAAN DAN PERHITUNGAN PERKERASAN RUNWAY**

**Desain Kriteria**

Landasan Pacu di bangun untuk menunjang kenyamanan dan mampu mendukung beban pesawat pada saat tinggal landas atau lepas landas. Dengan permukaan yang mulus dan tetap terjaga kerataannya baik dalam berbagai musim atau akibat tiupan jet dan angin kencang. Agar di dapat kekuatan yang sesuai dengan rencana maka di perlukan perencanaan yang matang, perhitungan ini untuk menentukan tebal perkerasan yang optimal, ekonomis dan tahan sesuai umur rencana. Desain perkerasan harus sesuai dengan kriteria yang tercantun pada tabel berikut :

Bagan alur perencanaan perkerasan menggunakan FAARFIELD





Gambar 8 Gambar Bagan Alur Fleksibel Pavement dengan FAARFIELD

**Desain Material**

*Flexible Pavement Material ((U.S Department of Transportation, FAA Code 150/5230\_6E, Airport Pavement Design )*

- a. *Hot Mix Asphalt*, Spesifikasi meliputi komposisi dan kualitas hot mix serta campuran aspal yang di berikan butiran P-401, campuran aspal P-403 campuran aspal untuk permukaan (*Base, Levelling or Surface Course*). Sesuai dengan AC 150/5370-10
- b. Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*), Spesifikasi material untuk lapisan dasar harus mengikuti peng kodean yang sudah di tentukan oleh FAA
- c. Permukaan Lapisan Dasar (*Subbase Course*), *Subbase Course* material harus sesuai dengan spesifikasi yang di tentukan yaitu sesuai kode P-154 Subbase course dengan kode ini dapat di gunakan pada permukaan yang mempunyai beban sangat berat, sedangkan kontrol pengerjaan lapisan permukaan harus sesuai dengan ASTM D 698.
- d. Tanah Dasar (*Subgrade*), Bahan dan kepadatan tanah dasar harus sesuai dengan butir P-152

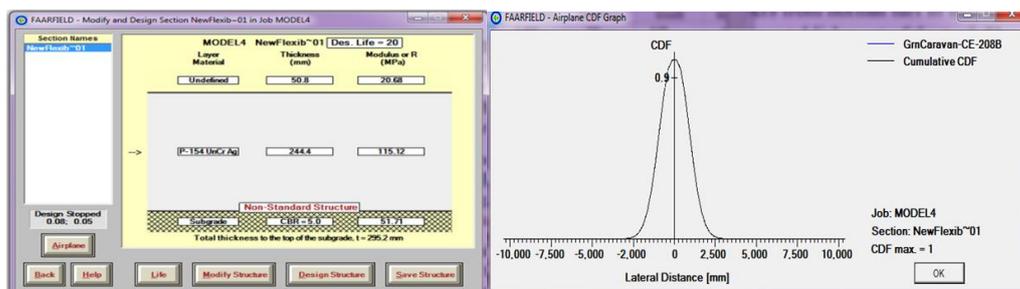
Perhitungan dilakukan oleh empat model perkerasan yang berbeda dimana masing-masing output dapat dibandingkan hasilnya untuk mencari yang paling optimal dan

Model 4 melakukan desain elemen khusus perkerasan ringan dengan agregat rumput sebagai lapisan permukaan

- Lapisan permukaan : Tidak dipertimbangkan
- Pondasi Atas : Turf Agregat
- Pondasi Bawah : Aggregate Pondasi bawah P-154

Adapun penggunaan desain perkerasan adalah menggunakan perhitungan no 4 dikarenakan material paada desain tersebut banyak dan mudah di dapat di kepulauan Romang.

Adapun langkah-langkah penggunaan software ditunjukkan melalui gambar-gambar dibawah ini :



Gambar 9 Gambar pemodelan desain tipe 4 dengan FAARFIELD

## KESIMPULAN DAN SARAN

### SIMPULAN

1. Dalam perencanaan geometric pesawat kritis yang di gunakan adalah CESSNA GRAND CARAVAN EX . Panjang *runway* setelah dikoreksi terhadap elevasi, suhu, dan *slope* adalah sepanjang 950 m. Sedangkan lebar yang sesuai dengan code ICAO adalah 25 m. *Runway* berada pada orientasi arah 140-320. *Runway ID* 14/32 sedangkan ketinggian tanah di daerah rencana adalah ketinggian awal +242.30 sedangkan ketinggian akhirnya adalah +241.35 lokasi ini terletak pada posisi perletakan awal 321158,14 m E (127° 22' 43.61") dan 9157363,8 m N (7° 37' 12.39") posisi akhirnya adalah 321770,82 m E (127° 23' 3.48") dan 9156637,77 m N (7° 37' 36.12") Bandara ini, *runway* dilengkapi dengan *clearway* dan *stopway*. Panjang *taxiway* 60 m. Lebar *taxiway* 15 m. Ukuran *apron* adalah (50 x 60)m untuk infrastruktur dan bangunan lainnya adalah ( 45 x 60 )
2. Elevasi rencana *runway*, *taxiway*, dan *apron* berada di atas elevasi tanah asli. Perencanaan geoteknik menghasilkan perencanaan perataan tanah lokasi *runway* pada elevasi yang sudah di tentukan sehingga pemotongan dan timbunan pada lokasi *runway*, *taxiway*, dan *apron* mutlak di perlukan.. Tebal perkerasan yang di pakai adalah desai **Model 4** yaitu dengan total ketebaln **292.5 mm** yang terdiri dari **244.4 mm** *Aggregat Subbase Course* dan **50.8 mm** *Tuff Base Course Agregate*. Karena material pendukung mudah di dapat sehingga memudahkan pada saat konstruksi berjalan.

### SARAN

1. Dalam tugas akhir ini, sistem drainase tidak ikut direncanakan dalam perencanaan *runway*, *taxiway* dan *apron*. Alangkah lebih baiknya jikalau sistem drainasenya pun turut direncanakan.
2. Perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) dalam tugas ini tidak di hitung sehingga total biaya perencanaan dalam tugas akhir ini tidak dapat di keluarkan.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Antonin Kazda, Robert E. Cavaz AIRPORT DESIGN AND OPERATION *Second Edition* , 2007 , ELSEVER Amsterdam.
- [2]. Cessna Grandcaravan 208 aircraft Specifications
- [3]. Dr. Ari Sandhyavitri & Hendra Taufik, ST, MSc TEKNIK LAPANGAN TERBANG 1 ( Teori Dasar ) modul Kuliah Penerbit Universitas Riau 2005 Pekanbaru
- [4]. ICAO 9157 AN/901 Aerodrome Design Manual Part 1 " Runways " 3 rd edition 2006 and ANNEX 14
- [5]. Modul Ajar Perencanaan Panjang Landasan Pacu dan Geometrik Landing Area
- [6]. SKEP/77/VI/2015 PERATURAN DIREKTUR JENDRAL PERHUBUNGAN UDARA (PERSYARATAN TEKNIS PENGOPERASIAN FASILITAS TEKNIK BANDARA UDARA)
- [7]. SNI 19-6725-2002. *Peta lingkungan bandar udara Indonesia*. Jakarta: BSN.
- [8]. SNI 03-7046-2004. *Terminal Penumpang Bandara Udara*. Jakarta: BSN.
- [9]. U.S Department of Transportaion, FAA Code AC 150/5325-4B, Runway Length Requirements for Airport Design
- [10]. U.S Department of Transportaion, FAA Code AC 150/5300\_13A, Airport Design
- [11]. Water Management Report - Manganese Feasibility Study Romang Island, December 2004 by Keith Gribben