



TUGAS AKHIR (RC09-1380)

PENGEMBANGAN FASILITAS SISI UDARA BANDARA BLIMBINGSARI, KABUPATEN BANYUWANGI

BAYU SURYA DARMA T
NRP. 3111.106.048

Dosen Pembimbing
Ir. Hera Widyastuti, MT. PhD.
Istiar, ST. MT.

JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014



FINAL PROJECT - RC09-1380

FACILITIES DEVELOPMENT OF AIR SIDE OF BLIMBINGSARI AIRPORT, BANYUWANGI

BAYU SURYA DARMA T
NRP. 3111.106.048

Supervisor
Ir. Hera Widyastuti, MT. PhD.
Istiar, ST. MT.

CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil Engineering and Planning
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2014

PENGEMBANGAN FASILITAS SISI UDARA BANDARA BLIMBINGSARI, KABUPATEN BANYUWANGI

Nama Mahasiswa : Bayu Surya Darma T
NRP : 3111.106.048
Jurusan : Teknik Sipil FTSP-ITS
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Hera Widyastuti, MT. PhD.
2. Istiar, ST. MT.

Abstrak

Wilayah Banyuwangi daratannya terdiri atas dataran tinggi berupa pegunungan yang merupakan penghasil produk perkebunan, dataran rendah dengan potensi produk pertanian, dan juga pantai timur Banyuwangi sebagai salah satu penghasil ikan terbesar di Jawa Timur. Untuk itu pemerintah setempat terus berupaya meningkatkan investasi dari segala bidang potensi yang ada. Hal itu membuahkan hasil dengan adanya peningkatan nilai investasi dari tahun 2012 sekitar 20 persen, dari Rp 5 triliun menjadi Rp 5,5 triliun hingga Rp 6 triliun. Guna mengimbangi pertumbuhan ekonomi ini diharapkan juga diikuti dengan pertumbuhan dan perbaikan infrastruktur yang ada, salah satunya adalah bandara.

Studi kasus pada tugas akhir ini adalah Bandara Blimbingsari, Kecamatan Rogojampi, Kabupaten Banyuwangi. Analisa yang dilakukan adalah kebutuhan runway, taxiway dan apron untuk 20 tahun rencana, dari tahun 2013 sampai tahun 2033. Faktor yang diperhatikan adalah pertumbuhan penumpang dan pergerakan pesawat. Rencana pengembangan untuk fasilitas udara ini adalah dengan 2 fase, yaitu masing – masing 10 tahun. Adapun jenis pesawat rencana yang digunakan adalah Embraer E-195 dan Boeing 737-400.

Dari hasil analisa diperoleh kebutuhan runway pada fase 1 adalah 2.015 meter, sedangkan pada fase 2 adalah 3.049 meter. Lebar runway masing – masing adalah 45 meter. Untuk fasilitas

taxiway didapatkan lebar 15 meter, sedangkan kebutuhan dimensi apron untuk akhir tahun rencana adalah panjang 253,8 meter dan lebar 51,25 meter.

Kata kunci : Bandara, Runway, Taxiway, Apron

FACILITES DEVELOPMENT OF AIR SIDE OF BLIMBINGSARI AIRPORT, BANYUWANGI

Student Name : Bayu Surya Darma T
NRP : 3111.106.048
Department : Civil Engineering FTSP-ITS
Supervisor : 1. Ir. Hera Widyastuti, MT. PhD.
2. Istiar, ST. MT.

Abstract

Banyuwangi's land territory consists of a mountainous plateau which is the producer of farm products, with the potential of lowland agricultural products, as well as the east coast of Banyuwangi as one of the largest fish in East Java. The local government continues to increase investment from all areas of the existing potential. It paid off with an increase in the value of investment of about 20 percent in 2012, from Rp 5 trillion to Rp 5.5 trillion to Rp 6 trillion. In order to keep pace with economic growth is expected to be followed by the growth and improvement of existing infrastructure, one of which is the airport.

The case studies in this thesis is Blimbingsari Airport, District Rogojampi, Banyuwangi. The analysis is carried out is the need of the runway, taxiways and apron for a 20-year plan, from 2013 to 2033. Factor to consider is the growing passenger and aircraft movements. The development plan for this airside facilities for 2 phases, each by 10 years. The type of aircraft used is a plan Embraer E-195 and Boeing 737-400.

From the analysis of the results obtained in phase 1 needs runway is 2.015 meters, while the second phase is 3.049 meters. The width of the runway each - one is 45 meters. For taxiway facilities obtained 15 meters wide, while the dimensions of the apron needs a plan for the end of the year is 253.8 meters long and 51.25 meters wide.

Keyword : Airport, Runway, Taxiway, Apron

LEMBAR PENGESAHAN

PENGEMBANGAN FASILITAS SISI UDARA BANDARA BLIMBINGSARI, KABUPATEN BANYUWANGI

Tugas Akhir

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada

Bidang Studi Transportasi
Program Studi S1 Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

BAYU SURYA DARMA T
NRP. 3111.106.048

Disetujui Oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Ir. Hera Widyastuti, MT. PhD.
NIP. 196008281987012001
2. Istiar, ST. MT
NIP. 197711052012121001

SURABAYA, JULI 2014



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusunan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“PENGEMBANGAN FASILITAS SISI UDARA BANDARA BLIMBINGSARI, KABUPATEN BANYUWANGI”** ini dapat terselesaikan dengan baik dan lancar. Laporan Tugas Akhir ini diselesaikan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik program studi S-1 Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penyusun menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak berikut yang telah mendukung penyelesaian penelitian dan penyusunan laporan Tugas Akhir ini.

1. Ibu Ir. Hera Widyastuti, MT. PhD. dan Bapak Istiar, ST. MT. selaku dosen pembimbing yang dengan sabar selalu memberikan bimbingan, arahan, dan saran dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. Abdullah Hidayat, SA. MT. selaku dosen wali.
3. Bapak atau Ibu Dosen dan Karyawan Teknik Sipil ITS Surabaya yang telah memberikan kami ilmu yang bermanfaat baik di bidang akademik maupun non akademik.
4. Orang Tua dan Keluarga yang telah memberi dorongan baik moril maupun materil yang tak terhingga, sehingga kami dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini.
5. Rekan – rekan mahasiswa LJ 2012 Teknik Sipil ITS Surabaya yang telah banyak membantu penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir masih banyak terdapat kekurangan. Untuk itu kritik dan saran yang berguna bagi penyusunan laporan selanjutnya sangat

diharapkan. Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Surabaya, Juli 2014

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Rencana Lokasi Studi.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Perencanaan Bandar Udara	7
2.2 Karakteristik Pesawat Terbang.....	8
2.2.1 Beban Pesawat.....	9
2.2.2 Konfigurasi Roda Pendaratan Utama	10
2.3 Peramalan Pertumbuhan Lalu Lintas Udara.....	11
2.4 <i>Peak Hour</i> Rencana Pesawat.....	13
2.5 Perencanaan Geometrik Daerah Pendaratan	14
2.5.1 Perhitungan Panjang <i>Runway</i> Akibat Pengaruh Kondisi Lokal Bandara	14
2.5.1.1 Koreksi Elevasi	14
2.5.1.2 Koreksi Temperatur.....	15
2.5.1.3 Koreksi Kemiringan	16
2.5.1.4 Kondisi Permukaan <i>Runway</i>	16
2.5.2 Klasifikasi Landas Pacu	17
2.5.3 Lebar, Kemiringan dan Jarak Pandang.....	20
2.5.4 Marka pada <i>Runway</i>	24

2.5.5	<i>Taxiway dan Exit Taxiway</i>	29
2.5.5.1	Dimensi <i>Taxiway</i>	30
2.5.5.2	<i>Taxiway Shoulder</i>	31
2.5.5.3	<i>Taxiway Longitudinal Slope</i>	31
2.5.5.4	<i>Taxiway Transversal Slope</i>	32
2.5.5.5	<i>Taxiway Strips</i>	32
2.5.5.6	<i>Fillet</i>	33
2.5.5.7	Marka di <i>Taxiway</i>	34
2.5.5.8	<i>Apron</i>	35
2.6	Perencanaan Perkerasan Landasan.....	37
2.6.1	Menentukan Tebal Lapis Perkerasan.....	39
2.6.2	Tebal Perkerasan Total.....	39
2.6.3	Tebal Perkerasan <i>Apron</i>	47

BAB III METODOLOGI

3.1	Umum.....	51
3.1.1	Identifikasi.....	51
3.1.2	Studi Literatur.....	51
3.1.3	Pengumpulan Data Sekunder.....	51
3.1.4	Analisis dan Pengolahan Data.....	52
3.1.4.1	Analisis Kondisi Eksisting <i>Runway</i>	52
3.1.4.2	Perhitungan Kebutuhan <i>Runway, Taxiway dan Apron</i> Sesuai Tahun Rencana.....	52
3.1.5	Desain Dimensi <i>Runway</i>	53
3.1.6	Analisis dan Pengolahan Data Metode FAA.....	53
3.1.7	Kesimpulan dan Saran.....	54
3.1.8	Diagram Alir Metodologi.....	55

BAB IV ANALISA KONDISI EKSISTING

4.1	Tipe Pesawat Yang Beroperasi.....	57
4.2	Analisa Eksisting Pergerakan Pesawat dan Penumpang.....	59
4.3	Kondisi Eksisting Panjang <i>Runway</i>	62
4.3.1	Koreksi Elevasi.....	62
4.3.2	Koreksi Temperatur.....	63
4.3.3	Koreksi Kemiringan.....	65

4.4	Kondisi Eksisting Lebar <i>Runway</i>	65
4.5	Kondisi Eksisting <i>Taxiway</i> dan <i>Apron</i>	66

BAB V PENGOLAHAN DATA

5.1	Peramalan Pertumbuhan Lalu Lintas Udara.....	67
5.2	Analisa Pengembangan	70
5.3	<i>Peak Hour</i> Rencana Pesawat.....	72
5.4	Perencanaan <i>Runway</i>	74
	5.4.1 Perencanaan <i>Runway</i> Fase 1	75
	5.4.2 Perencanaan <i>Runway</i> Fase 2	77
	5.4.3 Penentuan Lebar <i>Runway</i>	78
	5.4.4 Kemiringan Memanjang <i>Runway</i>	78
	5.4.5 Kemiringan Melintang <i>Runway</i>	78
	5.4.6 Strip Landasan.....	78
	5.4.7 <i>Stopway</i> dan <i>Clearway</i>	79
	5.4.8 <i>Runway End Safety Area</i>	79
5.5	Perencanaan Perkerasan <i>Runway</i>	80
	5.5.1 <i>Annual Departure</i> Pesawat.....	80
	5.5.2 Perhitungan Tebal Perkerasan Metode FAA.....	81
5.6	Perencanaan <i>Taxiway</i>	86
	5.6.1 Dimensi <i>Taxiway</i>	87
	5.6.2 Bahu <i>Taxiway</i>	87
	5.6.3 Kemiringan Memanjang <i>Taxiway</i>	87
	5.6.4 Kemiringan Melintang <i>Taxiway</i>	87
	5.6.5 <i>Taxiway Strips</i>	88
	5.6.6 <i>Fillet Taxiway</i>	88
5.7	Perencanaan <i>Apron</i>	88
	5.7.1 Jumlah Pesawat Dalam <i>Apron</i>	89
	5.7.2 Dimensi <i>Apron</i>	90
	5.7.3 Perkerasan <i>Apron</i>	94
5.8	Marka Pada <i>Runway</i> dan <i>Taxiway</i>	97
	5.8.1 Marka pada <i>Runway</i>	97
	5.8.2 Marka pada <i>Taxiway</i>	98

BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan..... 101

6.2 Saran..... 101

DAFTAR PUSTAKA 103

LAMPIRAN

BIODATA PENULIS

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	<i>Aerodrome Reference Code</i>	17
Tabel 2.2	Dimensi <i>Blast Pad</i>	18
Tabel 2.3	Dimensi RESA	20
Tabel 2.4	Lebar <i>Runway</i>	21
Tabel 2.5	Kemiringan Memanjang <i>Runway</i>	22
Tabel 2.6	Panjang, Lebar, Kemiringan Strip Landasan	24
Tabel 2.7	Jumlah <i>Strip</i>	28
Tabel 2.8	Jumlah <i>Strip</i>	29
Tabel 2.9	Dimensi <i>Taxiway</i>	30
Tabel 2.10	Dimensi <i>Taxiway shoulder</i>	31
Tabel 2.11	Kemiringan Memanjang <i>Runway</i>	32
Tabel 2.12	Kemiringan Melintang <i>Runway</i>	32
Tabel 2.13	<i>Taxiway strips</i>	33
Tabel 2.14	Jarak lurus minimum setelah belokan <i>taxiway</i>	33
Tabel 2.15	Dimensi <i>Fillet Taxiway</i>	34
Tabel 2.16	Jari-jari <i>Fillet</i>	34
Tabel 2.17	Jarak bebas antar pesawat di <i>apron</i>	37
Tabel 2.18	Faktor konversi keberangkatan tahunan pesawat	40
Tabel 2.19	Tebal perkerasan bagi departure > 25000.....	47
Tabel 4.1	Tipe pesawat yang beroperasi.....	57
Tabel 4.2	Kecepatan pendaratan.....	58
Tabel 4.3	Kategori pesawat menurut FAA	58
Tabel 4.4	Tipe pesawat yang beroperasi.....	59
Tabel 4.5	Pergerakan pesawat tahun 2011.....	60
Tabel 4.6	Pergerakan pesawat tahun 2012.....	61
Tabel 4.7	Data Karakteristik Pesawat.....	62
Tabel 4.8	Data suhu tahun 2011-2012	64
Tabel 5.1	Data pergerakan pesawat dan penumpang.....	67
Tabel 5.2	Data PDRB Kabupaten Banyuwangi.....	68
Tabel 5.3	Hasil peramalan pergerakan pesawat dan penumpang.....	69
Tabel 5.4	Data pesawat.....	70

Tabel 5.5 Peramalan pergerakan pesawat rencana	72
Tabel 5.6 Prediksi volume jam puncak pesawat.....	74
Tabel 5.7 <i>Annual Departure</i> pesawat ATR72-500.....	80
Tabel 5.8 <i>Annual Departure</i> pesawat E-195	81
Tabel 5.9 Data tipe pesawat.....	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lokasi Studi	4
Gambar 1.2	Layout Bandara Blimbingsari	5
Gambar 2.1	Bandara Juanda	7
Gambar 2.2	Bandara Ngurah Rai	8
Gambar 2.3	Penampang <i>Overrun</i>	19
Gambar 2.4	Layout <i>Runway</i>	20
Gambar 2.5	Dimensi Huruf dan Angka	26
Gambar 2.6	<i>Marking Threshold</i>	27
Gambar 2.7	<i>Marking Touchdown</i>	28
Gambar 2.8	Jarak <i>Apron</i> Terhadap <i>Runway</i>	37
Gambar 2.9	Kurva Perencanaan Tebal Perkerasan	42
Gambar 2.10	Kurva Perencanaan Tebal Perkerasan	43
Gambar 2.11	Kurva Perencanaan Tebal Perkerasan	44
Gambar 2.12	Kurva Perencanaan Tebal Perkerasan	45
Gambar 2.13	Kurva Perencanaan Tebal <i>Base Coarse</i>	46
Gambar 2.14	Kurva Perencanaan Perkerasan Kaku	48
Gambar 2.15	Kurva Perencanaan Tebal <i>Subbase</i>	49
Gambar 3.1	Diagram Alir Metodologi	55
Gambar 5.1	Kurva Tebal Perkerasan Lentur	84
Gambar 5.2	Kurva Tebal <i>Base Coarse</i>	85
Gambar 5.3	Lapisan Perkerasan Lentur	86
Gambar 5.4	Jarak <i>Apron</i> Terhdap <i>Runway</i>	92
Gambar 5.5	Lapisan Perkerasan Kaku	95
Gambar 5.6	Kurva Tebal <i>Subbase</i>	96

”Halaman ini sengaja dikosongkan.”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banyuwangi adalah sebuah kabupaten yang terletak di wilayah paling timur Pulau Jawa yang berkoordinat 7,43°-8,46° LS dan 113,53°-114,53° BT. Dengan luas daerah sebesar 5.782,50 km² menjadikan Banyuwangi sebagai kabupaten terluas di Jawa Timur, bahkan di Pulau Jawa. (Sumber: <http://id.wikipedia.org/wiki/Banyuwangi>)

Wilayah Banyuwangi daratannya terdiri atas dataran tinggi berupa pegunungan yang merupakan penghasil produk perkebunan, dataran rendah dengan potensi produk pertanian, dan juga pantai timur Banyuwangi sebagai salah satu penghasil ikan terbesar di Jawa Timur. Untuk itu pemerintah setempat terus berupaya menggenjot investasi dari segala bidang potensi yang ada. Hal itu membuahkan hasil dengan adanya peningkatan nilai investasi dari tahun 2012 sekitar 20 persen, dari Rp 5 triliun menjadi Rp 5,5 triliun hingga Rp 6 triliun. Guna mengimbangi pertumbuhan ekonomi ini diharapkan juga diikuti dengan pertumbuhan dan perbaikan infrastruktur yang ada, salah satunya adalah bandara.

Saat ini Banyuwangi memiliki sebuah bandara yang terletak di Desa Blimbingsari, Kecamatan Rogojampi yang telah dibuka sejak Desember 2010 dan melayani rute Banyuwangi – Surabaya pergi pulang setiap harinya. Dengan lokasi yang berada dekat dengan Selat Bali, bandara ini berpotensi sebagai bandara penyangga antara Bandara Juanda dan Bandara Ngurah Rai untuk masa mendatang. Diharapkan potensi ini dapat diproyeksikan sebagai pintu masuk untuk beberapa kabupaten sekitar Banyuwangi yang akan ke Surabaya maupun ke Bali.

Kondisi bandara yang saat ini memiliki panjang *runway* 1800 meter masih mampu melayani pergerakan pesawat terbesar jenis ATR 72-500 dari maskapai Wings Air. Tetapi

seiring perkembangan waktu, nilai investasi yang terus tumbuh, dan kemungkinan pesawat yang lebih besar mendarat daya layan bandara akan semakin berkurang. Oleh karena itu perlu dilakukan perencanaan ulang untuk fasilitas bandara terutama *runway*, *taxiway*, dan *apron*. Dan juga bandara ini direncanakan pengembangan menjadi bandara instrument, sehingga nantinya mampu melayani penerbangan pada malam hari atau saat cuaca buruk.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa kebutuhan panjang *runway* untuk kondisi 20 tahun mendatang?
2. Berapa dimensi *taxiway* dan letaknya sesuai dengan kondisi runway yang baru?
3. Berapa luas *apron* untuk menampung jumlah pesawat maksimal?
4. Berapa tebal perkerasan untuk kondisi 20 tahun mendatang?

1.3 Tujuan

1. Menganalisa kebutuhan panjang *runway* untuk kebutuhan 20 tahun mendatang.
2. Menganalisa kebutuhan dimensi *taxiway* sesuai dengan kondisi *runway* yang baru.
3. Menganalisa kebutuhan luas *apron* untuk kebutuhan jumlah pesawat sesuai tahun rencana.
4. Menganalisa tebal perkerasan *runway* sesuai dengan kondisi yang baru.

1.4 Batasan Masalah

1. Perhitungan tebal perkerasan menggunakan metode FAA.
2. Tidak melakukan perbaikan tanah, kondisi tanah eksisting sudah baik.
3. Tidak menghitung analisa biaya.

4. Tidak menghitung kebutuhan drainase. meng
5. Arah perpanjangan *runway* mengikuti kondisi eksisting.
6. Tidak mengevaluasi kinerja *runway*, *taxiway*, dan *apron* yang baru.
7. Tidak memperhitungkan pergerakan dari pesawat latih BIFA

1.5 Manfaat

Hasil dari tugas akhir ini diharapkan dapat digunakan sebagai referensi rencana pengembangan Bandara Blimbingsari, Banyuwangi untuk masa mendatang.

1.6 Rencana Lokasi Studi

Studi dilakukan di Bandara Blimbingsari yang terletak di Desa Blimbingsari, Kecamatan Rogojampi, Kabupaten Banyuwangi. Berikut gambar 1.1 dan 1.2 menunjukkan peta lokasi dan layout Bandara Blimbingsari.

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perencanaan Bandar Udara

Bandar udara adalah lapangan terbang yang dipergunakan untuk mendarat dan lepas landas pesawat udara, naik turun penumpang, dan/atau bongkar muat kargo dan/atau pos, serta dilengkapi dengan fasilitas keselamatan penerbangan dan sebagai tempat perpindahan antar moda (SKEP-77-VI-2005).

Perencanaan bandara di Indonesia didasarkan pada peraturan yang dibuat sistem bandara secara keseluruhan, yaitu *Federal Aviation Association (FAA)*, *International Civil Aviation Organization (ICAO)*, Peraturan Pemerintah RI No. 70 Tahun 2001 tentang Kebandarudaraan, Keputusan Menteri Perhubungan No. KM 44 T ahun 2002 tentang Kebandarudaraan Nasional serta peraturan yang terkait lainnya.

Fasilitas sisi udara suatu bandara meliputi landas pacu (*runway*), penghubung landas pacu (*taxiway*), dan daerah pelataran parkir pesawat (*apron*). Dimensi dari *runway*, *taxiway*, dan *apron* tergantung dari jenis dan jumlah pesawat yang beroperasi pada suatu bandara. Pada gambar 2.1 dan 2.2 adalah contoh fasilitas udara dari suatu bandara:



Gambar 2.1 Bandara Juanda, Jawa Timur
(Sumber : *Google Earth*, 2012)



Gambar 2.2 Bandara Ngurah Rai, Bali
(Sumber : *Google Earth*, 2012)

Pertumbuhan pesat pada lalu lintas udara berpengaruh pada kebutuhan pesawat terbang, baik itu jenis, ukuran, kapasitas, dan jumlahnya. Hal ini berkaitan dengan kebutuhan dengan fasilitas sisi udara dari bandara, antara lain :

- a. Karakteristik serta ukuran pesawat yang direncanakan yang akan beroperasi pada bandara.
- b. Perkiraan jumlah penumpang mempengaruhi dari kebutuhan *runway* serta dimensi apron.
- c. Kondisi meteorologi daerah sekitar bandara mempengaruhi faktor koreksi untuk *runway*.
- d. Elevasi bandara terhadap permukaan laut.

(Sumber : Horonjeff, 1994)

2.2 Karakteristik Pesawat Terbang

Karakteristik dari pesawat terbang akan mempengaruhi terhadap kebutuhan dimensi landas pacu. Ketepatan analisa mengenainya tidak dapat dihitung secara tepat dikarenakan banyak variabel yang mempengaruhinya, baik faktor dari dalam seperti jenis pesawat maupun faktor dari luar seperti

arah dan kecepatan angin, temperatur, dan kemiringan memanjang landasan.

Hal yang perlu diketahui dalam perencanaan bandara adalah karakteristik pesawat, antara lain :

- a. Ukuran
Ukuran dari pesawat menentukan lebar *runway*, lebar *taxiway*, serta jari-jari putar yang dibutuhkan
- b. Berat
Berat pesawat menentukan tebal perkerasan dari *runway*, *taxiway*, dan *apron*.
- c. Kapasitas penumpang
Kapasitas penumpang berpengaruh dalam menentukan fasilitas di dalam maupun sekitar terminal bandara.
- d. Kebutuhan panjang *runway*
Kebutuhan panjang *runway* mempengaruhi luas tanah bandara yang dibutuhkan

(Sumber : Basuki, 1990)

Karakteristik pesawat yang berhubungan dengan perencanaan lapis perkerasan bandara antara lain :

- a. Beban pesawat
- b. Konfigurasi roda pendaratan utama pesawat

(Sumber : Sartono, 1992)

2.2.1 Beban Pesawat

Beban pesawat diperlukan untuk menentukan tebal perkerasan landas pacu yang dibutuhkan. Beberapa jenis beban pesawat yang berhubungan dengan pengoperasian pesawat antara lain :

- a. Berat kosong operasi (*Operating Weight Empty*)
Beban utama pesawat, termasuk awak pesawat dan konfigurasi roda pesawat tetapi tidak termasuk muatan (*payload*) dan bahan bakar.
- b. Muatan (*payload*)
Beban pesawat yang diperbolehkan untuk diangkut oleh pesawat sesuai dengan persyaratan angkut pesawat.

Biasanya beban muatan menghasilkan pendapatan (beban yang dikenai biaya). Secara teoritis beban maksimum ini merupakan perbedaan antara berat bahan bakar kosong dan berat operasi kosong.

- c. Berat bahan bakar kosong (*Zero Fuel Weight = ZFW*)
Beban maksimum yang terdiri dari berat operasi kosong, beban penumpang, dan barang.
- d. Berat ramp maksimum (*Maximum Ramp Weight*)
Beban maksimum untuk melakukan gerakan, atau berjalan dari parkir pesawat ke pangkal landas pacu. Selama melakukan gerakan ini, maka akan terjadi pembakaran bahan bakar sehingga pesawat kehilangan berat.
- e. Berat maksimum lepas landas (*Maximum Take Off Weight = MTOW*)
Beban maksimum pada awal lepas landas sesuai dengan bobot pesawat dan persyaratan kelayakan penerbangan. Beban ini meliputi berat operasi kosong, bahan bakar dan cadangan (tidak termasuk bahan bakar yang digunakan untuk melakukan gerakan awal) dan muatan.
- f. Berat maksimum pendaratan (*Maximum Landing Weight = MLW*)
Beban maksimum pada saat roda pesawat menyentuh perkerasan landas pacu sesuai dengan bobot pesawat dan persyaratan kelayakan penerbangan.

2.2.2 Konfigurasi Roda Pendaratan Utama

Selain berat pesawat, konfigurasi roda pendaratan utama sangat berpengaruh terhadap perencanaan tebal perkerasan. Pada umumnya konfigurasi roda pendaratan utama dirancang untuk menyerap gaya-gaya yang ditimbulkan selama melakukan pendaratan (semakin besar gaya yang ditimbulkan semakin kuat roda yang digunakan), dan untuk menahan beban yang lebih kecil dari beban pesawat lepas landas maksimum.

2.3 Peramalan Pertumbuhan Lalu lintas Udara

Menurut (Basuki, 1990), pengembangan suatu bandara dilakukan berdasarkan peramalan permintaan terhadap angkutan udara tersebut. Peramalan itu dilakukan pada beberapa hal seperti pergerakan pesawat, jumlah penumpang, barang, dan pos. Hal ini ditujukan agar suatu perencanaan pengembangan berbagai fasilitas bandara lebih efektif. Umumnya peramalan permintaan dilakukan untuk jangka pendek (5 tahun), jangka menengah (10 tahun), dan jangka panjang (20 tahun). Terdapat beberapa metode peramalan permintaan. Namun, semuanya memiliki tingkat ketidakpastian tertentu. Peramalan sederhana yang dapat digunakan yaitu dengan meramalkan permintaan pada masa mendatang melalui pengolahan data volume lalu lintas udara di masa lalu. (Sumber : Basuki, 1990). Pengolahan data historis tersebut bisa dilakukan dengan beragam cara. Salah satu diantaranya dengan melakukan analisa regresi menggunakan software secara *exponential, linear, logarithmic, polynomial*.

- Regresi Linear

Cara ini mempunyai satu variabel bebas yang berguna untuk mencari harga variabel terikat. Fungsi tersebut diuraikan dalam persamaan berikut :

$$y = a + bx \dots\dots\dots(2.1)$$

y merupakan variabel terikat, dan x adalah variabel bebas.

Keterangan :

y : variabel yang dicari

a : konstanta regresi

b : koefisien regresi

x : variabel bebas

Dimana :

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right) \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2} \dots\dots\dots(2.2)$$

$$a = \bar{y} - b \times \bar{x} \dots\dots\dots(2.3)$$

N : jumlah data dalam bilangan bulat positif
 R^2 merupakan koreksi keakuratan regresi yaitu ketepatan data terhadap model/garis yang digunakan. Semakin mendekati 100% maka ketepatannya bernilai sempurna. Berikut ini standar korelasi R^2 :

$$R^2 = \frac{S_t - S_r}{S_t} \dots\dots\dots(2.4)$$

dan

$$S_t = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \dots\dots\dots(2.5)$$

$$S_r = \sum_{i=1}^n (y_i - a - b.x_i)^2 \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana R^2 merupakan koefisien determinasi yang menunjukkan % keragaman variabel (y) yang mampu

dijelaskan oleh variabel (x). Proporsi keragaman menunjukkan persentase yang bisa diterangkan oleh peubah x secara linear.

2.4 Peak Hour Rencana Pesawat

Perhitungan peramalan pertumbuhan data historis volume lalu lintas udara dalam bentuk tahunan, menghasilkan olahan data berupa volume lalu lintas tahunan pula. Dimana data tersebut didapat dari akumulasi volume tiap jam dengan nilai yang berbeda – beda. Dalam 24 jam per harinya, terdiri dari jumlah pergerakan pesawat terbanyak yang dihasilkan dari volume per jam atau disebut dengan volume pada jam puncak. Pergerakan pesawat pada jam puncak perlu dirumuskan terlebih dahulu nilai koefisien permintaan angkutan lalu lintas pada jam sibuk. Untuk kondisi Indonesia menurut *Japan International Cooperation Agency (JICA)*, 1991 dengan persamaan sebagai berikut:

$$Md = \frac{My}{365} \dots\dots\dots(2.7)$$

$$Cp = \frac{1,38}{\sqrt{Md}} \dots\dots\dots(2.8)$$

$$Mp = Md \times Cp \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana:

- Cp : Faktor jam puncak
- Md : Pergerakan pesawat harian
- Mp : Pergerakan pesawat saat jam puncak
- My : Pergerakan pesawat tahunan

2.5 Perencanaan Geometrik Daerah Pendaratan

Fasilitas – fasilitas pendaratan sebuah bandara diharapkan memiliki keseragaman satu sama lain. Oleh karena itu sebagai petunjuk perancangan bandar udara, *ICAO* dan *FAA* membuat kriteria rancangan yang meliputi lebar, kemiringan, jarak pisah landasan pacu, landas hubung dan kriteria lain yang berhubungan dengan area pendaratan. Semua itu harus memadai variasi karakteristik pesawat, cara penerbang, dan kondisi cuaca.

2.5.1 Perhitungan Panjang *Runway* Akibat Pengaruh Kondisi Lokal Bandara

Kondisi lokal suatu bandara juga dapat mempengaruhi panjang landasan pacu. Berdasarkan *ICAO*, perhitungan panjang *runway* harus menggunakan suatu standar.

Aeroplane Reference Field Length (ARFL) yaitu panjang *runway* minimum yang dibutuhkan untuk lepas landas pada *maximum take off weight*, elevasi muka laut, kondisi atmosfer standar, keadaan tanpa angin bertiup, *runway* tanpa kemiringan (kemiringan = 0). Setiap pesawat memiliki ARFL bervariasi yang dibuat oleh pabriknya. Sehingga kelayakan suatu landasan terhadap kemampuan pesawat yang akan melakukan pergerakan pada landasan tersebut harus dilakukan koreksi terhadap pengaruh keadaan lokal bandara.

(Sumber : Basuki, 1990)

2.5.1.1 Koreksi Elevasi

Menurut *ICAO* bahwa panjang *runway* bertambah sebesar 7% setiap kenaikan 300m (1000ft) dihitung dari ketinggian di atas permukaan laut. Maka rumusnya adalah :

$$F_e = 1 + 0.07 \frac{h}{300} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana :

Fe : faktor terkoreksi elevasi

h : elevasi bandara

2.5.1.2 Koreksi Temperatur

Pada temperatur yang tinggi dibutuhkan *runway* yang lebih panjang sebab temperatur tinggi akan menyebabkan *density* udara yang rendah. Sebagai temperatur standar adalah 15°C. Menurut ICAO panjang *runway* harus dikoreksi terhadap temperatur sebesar 1% untuk setiap kenaikan 1°C. Sedangkan untuk setiap kenaikan 1000 m dari permukaan laut rata-rata temperatur turun 6.5°C.

$$F_t = 1 + 0.01(T - (15 - 0.0065h)) \quad \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana :

Ft : faktor terkoreksi temperatur

h : elevasi bandara

T : temperatur bandara

Temperatur lapangan terbang dihitung dari suhu rata-rata harian (Ta) untuk bulan yang paling panas sepanjang tahun, ditambah 1/3 selisih suhu ini (Ta) dan suhu maksimum harian (Tm) adalah :

$$T_r = T_a + \frac{1}{3}(T_m - T_a) \quad \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana :

Tr : temperatur bandara

Ta : suhu rata-rata harian untuk bulan yang paling panas sepanjang tahun

Tm : suhu maksimum harian

(Sumber : Basuki, 1990)

2.5.1.3 Koreksi Kemiringan

Untuk koreksi kemiringan, panjang runway yang sudah dikoreksi berdasarkan ketinggian dan temperatur akan bertambah 10% setiap kemiringan *effective gradient* (perbedaan maksimum ketinggian antara titik tertinggi dan terendah dari *runway* dibagi dengan panjang total *runway*) sebesar 1%.

$$F_s = 1 + 0.1S \quad \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana :

F_s : faktor koreksi kemiringan

S : kemiringan *runway* (%)

2.5.1.5 Kondisi Permukaan Runway

Panjang *runway* minimum dengan metode ARFL dihitung dengan persamaan berikut :

$$ARFL = (L_r \times F_e \times F_t \times F_s) + F_w \quad \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana :

L_r : panjang *runway* rencana

F_t : faktor koreksi temperature

F_e : faktor koreksi elevasi

F_s : faktor koreksi kemiringan

F_w : faktor koreksi angin permukaan

Setelah panjang *runway* menurut ARFL diketahui dikontrol lagi dengan *Aerodrome Reference Code (ARC)* dengan tujuan untuk mempermudah membaca hubungan antara beberapa spesifikasi pesawat terbang dengan berbagai karakteristik bandara. Kontrol ARC dapat dilihat pada tabe; berikut :

Tabel 2.1 Aerodrome Reference Code (ARC)

Kelompok Bandar Udara	Kode Angka	ARFL	Kode Huruf	Bentang Sayap
A	1	≤ 800 m	A	≤ 15 m
B	2	$800 \text{ m} \leq P \leq 1200$ m	B	$15 \text{ m} \leq L \leq 24$ m
C	3	$1200 \text{ m} \leq P \leq 1800$ m	C	$24 \text{ m} \leq L \leq 36$ m
	4	≥ 1800 m	D	$36 \text{ m} \leq L \leq 52$ m
			E	$52 \text{ m} \leq L \leq 65$ m
			F	$65 \text{ m} \leq L \leq 80$ m

(Sumber : SKEP-77-VI-2005 Dirjen Perhubungan)

2.5.2 Klasifikasi Landas Pacu

Kebutuhan landasan pacu dimaksudkan sebagai kebutuhan suatu landasan untuk lepas landas (*take off*) dan pendaratan (*landing*) suatu pesawat terbang. Banyaknya landasan pacu yang tersedia tergantung dari volume lalu lintas yang ada, semakin sibuk suatu bandara maka dibutuhkan landasan pacu lebih dari satu.

Landasan pacu (*runway*) merupakan fasilitas sisi udara, dimana keselamatan, keamanan, dan kelancaran penerbangan yang dilayani harus terjamin. Oleh karena itu, standar kelayakan teknis operasional fasilitas ini memiliki standart yang terkait dengan pesawat yang dilayani. Beberapa elemen dasar runway antara lain :

- a. Perkerasan struktural yang mendukung beban pesawat terbang.
- b. Bahu landasan (*shoulder*), berbatasan dengan tepi perkerasan struktural dirancang untuk menahan erosi akibat air, hembusan jet dan menampung peralatan untuk pemeliharaan serta pengawasan dalam keadaan darurat.

- c. Bantal hembusan (*blast pad*), dimana suatu area yang dirancang untuk mencegah erosi permukaan yang berdekatan dengan ujung (sebelum dan setelah) landas pacu yang selalu menerima hembusan jet secara terus-menerus

Tabel 2.2 Dimensi *Blast Pad (Stopway)*

Kode Huruf	Penggolongan Pesawat	Lebar <i>Stopway</i> (m)	Panjang <i>Stopway</i> (m)	Kemiringan <i>Sopway</i> (%)/(m)
A	I	18	30	
B	II	23	30	
C	III	30	60	0.3 per 30
D	IV	30	60	0.3 per 30
E	V	45	60	0.3 per 30
F	VI	45	60	0.3 per 30

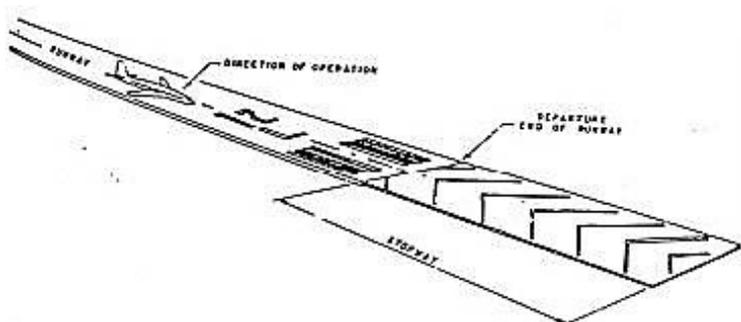
(Sumber : SKEP-77-VI-2005 Dirjen Perhubungan)

- d. *Overrun* meliputi *stopway* dan *clearway*. Dimana, *clearway* merupakan daerah bebas pandang di luar *blastpad* yang berfungsi untuk melindungi pesawat ketika kecepatan pesawat melebihi normal saat *landing* maupun *take off*, sehingga operator bandara bisa menambah pendaratan yang diijinkan dari pesawat dan kecepatan pesawat dapat direduksi. Kemiringan area ini tidak boleh lebih dari 1.25%. *Stopway* adalah suatu area yang terletak di akhir landasan pacu yang digunakan sebagai tempat berhenti pesawat ketika ada pembatalan *take off*. Perkerasan *stopway* harus cukup kuat untuk menahan beban pesawat secara berkala. Lebar *stopway* sama dengan lebar *runway*. Syarat kemiringan memanjang dan melintang adalah :

- Syarat 0.8% pada kedua ujung landasan tidak berlaku

untuk *overrun / stopway*.

- Kekuatan permukaan harus mampu memikul beban pesawat yang direncanakan dalam keadaan *take off* dibatalkan tanpa merusak struktur pesawat.
- Harus mempunyai koefisien gesekan yang cukup dalam keadaan basah. Kekasaran untuk permukaan yang tidak diperkeras sama dengan kekasaran landasannya
- Jari – jari peralihan *runway*, jalur untuk berhenti maksimum 0.3% tiap 30 m untuk penggolongan pesawat III, IV, V dan VI.



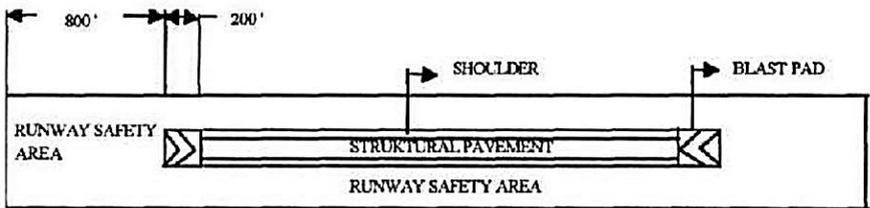
Gambar 2.3 Penampang *overrun / stopway*
(Sumber : SKEP-77-VI-2005 Dirjen Perhubungan)

- *Runway End Safety Area (RESA)* adalah daerah yang bersih tanpa benda-benda yang mengganggu, diberi drainase, rata dan mencakup perkerasan struktur, bahu landasan, bantal hembusan dan daerah perhentian, apabila disediakan. Daerah ini selain harus mampu untuk mendukung peralatan pemeliharaan dan dalam keadaan darurat juga harus mampu mendukung pesawat seandainya pesawat karena sesuatu hal keluar dari landasan.

Tabel 2.3 Dimensi *RESA*

Uraian	Penggolongan Pesawat					
	A / I	B / II	C / III	D / IV	E / V	F / VI
Jarak minimum antara holding bay dengan garis tengah landasan						
a. landasan instrumen (m)	90	90	90	90	90	90
b. landasan non instrumen (m)	60	60	90	90	90	90
Landasan minimum (m) atau 2 kali lebar <i>runway</i>	18	23	30	45	45	60
Kemiringan memanjang maksimum (%)	5	5	5	5	5	5
Kemiringan melintang maksimum (%)	5	5	5	5	5	5

(Sumber : SKEP-77-VI-2005 Dirjen Perhubungan)



Gambar 2.4 Layout *runway*
(Sumber : Horonjeff, 1994)

2.5.3 Lebar, Kemiringan dan Jarak Pandang

1. Lebar *runway*

Persyaratan yang lebih detail menurut badan – badan penerbangan, dalam hal ini *ICAO*. Pada tabel berikut

dapat ditentukan lebar *runway* rencana minimum.

Tabel 2.4 Lebar *Runway* Berdasarkan *Code Number*

Kode Angka	Kode Huruf				
	A	B	C	D	E
1a	18m (60ft)	18m (60ft)	23m (60ft)		
2a	23m (75ft)	23m (75ft)	30m (100ft)		
3	30m (100ft)	30m (100ft)	30m (100ft)	45m (150ft)	
4	-	-	45m (150ft)	45m (150ft)	45m (150ft)

a = lebar landasan presisi harus tidak kurang dari 30m untuk kode angka 1 atau 2

Catatan : Apabila landasan dilengkapi dengan bahu landasan, lebar total landasan dan bahu landasannya paling kurang 60m (200ft). (Sumber : Basuki, 1990)

2. Kemiringan memanjang (*longitudinal*) *runway*

Kemiringan memanjang landasan adalah kemiringan memanjang yang didapatkan dari hasil pembagian antara ketinggian maksimum dan minimum garis tengah sepanjang landas pacu. Dengan alasan ekonomi, dimungkinkan adanya beberapa perubahan kemiringan di sepanjang landas pacu dengan jumlah dan ukuran yang di batasi oleh ketentuan tertentu.

Tabel 2.5 Kemiringan memanjang *runway* menurut *ICAO*

Kriteria	Kode Angka Landasan			
	1	2	3	4
Kemiringan efektif memanjang	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%
Kemiringan memanjang maksimum	2.0%	2.0%	1.5%	1.3%
Perubahan kemiringan memanjang maksimum	2.0%	2.0%	1.5%	1.5%
Perubahan kemiringan per 30m (100ft)	0.4%	0.4%	0.2%	0.1%

Catatan :

1. Semua kemiringan yang diberikan dalam persen.
2. Untuk landasan dengan kode angka 4, kemiringan memanjang pada seperempat pertama dan seperempat terakhir dari panjang landasan tidak boleh lebih 0.8 %.
3. Untuk landasan dengan kode angka 3 kemiringan memanjang pada seperempat pertama dan seperempat terakhir dari panjang landasan *precision approach category* II dan III tidak boleh lebih 0.8 %.

(Sumber : Basuki, 1990)

3. Kemiringan melintang *runway*

Untuk menjamin pengaliran air permukaan yang berada di atas landasan perlu kemiringan melintang dengan ketentuan sebagai berikut :

- a. 1.5% pada landasan dengan kode huruf C, D atau E.
- b. 2% pada landasan dengan kode huruf A atau B.

4. Jarak pandang (*sight distance*)

Apabila perubahan kemiringan tidak bisa dihindari maka perubahan harus sedemikian hingga garis pandangan tidak terhalang dari :

- a. Suatu titik setinggi 3m (10ft) dari permukaan landasan ke titik lain sejauh paling kurang setengah panjang landasan yang tingginya 3 (10ft) dari permukaan landasan bagi landasan-landasan berkode huruf C, D atau E.
- b. Suatu titik setinggi 2m (7ft) dari permukaan landasan ke titik lain sejauh paling kurang setengah panjang landasan yang tingginya 2m (7ft) dari permukaan landasan bagi landasan-landasan berkode huruf B.
- c. Suatu titik setinggi 1.5m (5t) dari permukaan landasan ke titik lain sejauh paling kurang setengah panjang landasan yang tingginya 1.5m (5ft) dari permukaan landasan bagi landasan-landasan berkode huruf A.

5. Panjang, lebar, kemiringan dan perataan strip landasan

Strip landasan pacu (*runway strip*) adalah suatu bidang persegi panjang yang diratakan bersih tanpa benda – benda yang mengganggu, diberi *drainage* dan mencakup landasan pacu, daerah henti dan dipergunakan untuk mendukung peralatan pemeliharaan serta dalam keadaan darurat harus mampu mendukung pesawat bila keluar dari landasan pacu.

(Sumber : SKEP 77-VI-2005 Dirjen Perhubungan)

Persyaratan strip landasan menurut ICAO adalah sebagai berikut :

Tabel 2.6 Panjang, lebar, kemiringan dan perataan strip landasan

Kriteria	Kode Angka Landasan			
	4	3	2	1
Jarak minimum dari ujung landasan atau <i>stopway</i>	60m	60m	60m	Lihat catatan a
Lebar strip landasan untuk landasan instrumen	300m	300m	150m	150m
Lebar strip landasan untuk landasan non instrumen	150m	150m	80m	60m
Lebar area yang diratakan untuk landasan instrumen	150m	150m	80m	60m
Kemiringan memanjang maksimum untuk area yang diratakan (%)	1.5	1.75	2.0	2
Kemiringan melintang maksimum dari area yang diratakan (%) (lihat catatan b dan c)	2.5	2.5	5.0	3.0

Catatan :

- 60m jika landasan berinstrumen, 30m jika landasan non instrumen.
- Kemiringan melintang pada tiap bagian strip di luar diratakan kemiringannya tidak boleh lebih dari 5%.
- Untuk membuat saluran air kemiringan 3m pertama arah ke luar landasan, bahu landasan, *stopway* harus sebesar 5%.

(Sumber : Basuki, 1990)

2.5.4 Marka Pada *Runway*

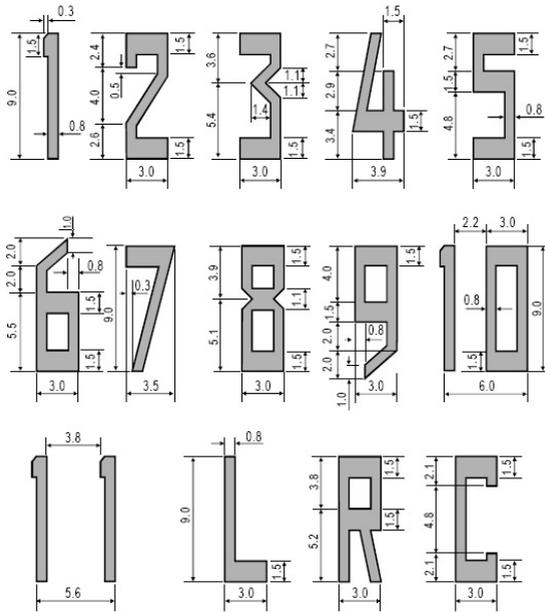
Marka pada daerah pergerakan pesawat udara di bandara

merupakan tanda / petunjuk yang digambarkan pada daerah pergerakan pesawatudara. Dimana, tanda tersebut menginformasikan suatu kondisi (gangguan/larangan), dan batas-batas keselamatan penerbangan. *Marking* ini hanya berguna pada siang hari saja, sedangkan malam hari fungsi marking digantikan oleh sistem lampu.

Beberapa tipe *marking* sebagai alat bantu navigasi pendaratan sebagai berikut :

- Nomor Landasan (*Runway designation marking*)

Berada di ujung landasan sebagai nomor pengenal landasan itu, terdiri dari dua angka, pada landasan sejajar harus dilengkapi dengan huruf L atau R atau C. Dua angka tersebut merupakan angka persepuluhan terdekat dari utara magnetis dipandang dari arah *approach*, ketika pesawat akan mendarat. Misal landasan dengan azimut magnetis 82 maka nomor landasan adalah 08, azimut magnetis 86 nomor landasan 09. Nomor landasan ini ditempatkan berlawanan dengan azimutnya, landasan Barat Timur, diujung Timur ditempatkan landasan 27, sedang di ujung Barat dipasang nomor landasan 09. Dua landasan sejajar diberi nomor landasan 09-27 dilengkapi dengan huruf L (*Left*) atau R (*Right*). Tiga landasan sejajar yang tengah ditambahi huruf C (*Central*). Empat landasan sejajar disamping diberi tambahan huruf sepasang landasan sejajar digeser satu nomor. Misal pasangan 09-27 dengan 08-28, walaupun arahnya 09-27. Gambar 2.5 adalah aturan dimensi untuk nomor landasan.



Note.— All units are expressed in metres.

Satuan dalam meter.

Gambar 2.5 Dimensi dan bentuk angka dan huruf untuk marka *runway*

- *Marking* sumbu landasan

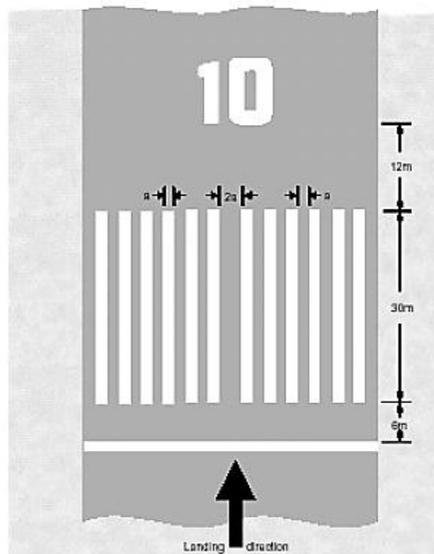
Ditempatkan sepanjang sumbu landasan berawal dan berakhir pada nomor landasan, kecuali pada landasan yang bersilangan, landasan yang lebih dominan, sumbunya terus, yang kurang dominan sumbunya diputus. Merupakan garis putus-putus, panjang garis dan panjang pemutusan sama. Panjang *strip* bersama gapnya tidak boleh kurang dari 50 m, tak boleh lebih dari 75 m. Panjang *strip* sama dengan panjang *gap* atau 30 m mana yang terbesar. Garis pertama berjarak 12 m dari nomor landasan. Lebar *marking runway centreline*

harus :

- 0.3 m untuk semua *runway* non instrumen dan pendekatan *runway* instrumen non-presisi kode adalah 1 atau 2.
- 0.45 m untuk pendekatan *runway* instrumen non-presisi kode 3 atau 4, kategori I untuk pendekatan *runway* presisi.
- 0.9 m untuk kategori II dan III pendekatan *runway* presisi.

- *Marking threshold*

Terletak di ujung landasan, sejauh 6 m dari awal landasan membujur landasan, panjang paling kurang 30 m, lebar 1.8 m, dengan jarak antar stripe 1.8 m. dan jarak (celah) kedua sisi *stripe* antara 2,5 meter – 3,6 meter. Serta jarak tepi luar stripe terhadap tepi dalam *runway side strip marking* min. 0,20 meter. Banyaknya *stripe* tergantung lebar landasan. Gambar 2.6 dan 2.7 adalah contoh *marking threshold*.



Gambar 2.6 *Marking threshold*

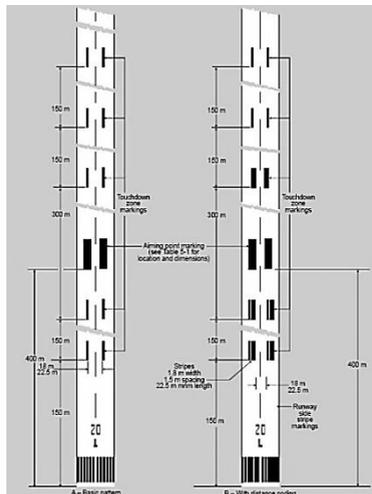
(Sumber : Manual of Standard Aerodrome Indonesia, 2004)

Tabel 2.7 Jumlah *strip* dan *threshold*

Lebar Landasan (m)	Jumlah strip	Banyaknya celah	f (m)	
			e min	e max
18	4	2	1.85	1.35
23	6	4	0.75	0.25
30	8	6	0.5	-
45	12	10	0.5	-
60	16	14	0.8	0.3

(Sumber : SNI 03-7095-2005 Badan Standarisasi Nasional)

- *Marking* untuk jarak-jarak tetap (*Fixed Distance Marking*)
 Berbentuk empat persegi panjang, berwarna menyolok. Ukuran panjang 45m – 60m, lebar 6m – 10m terletak simetris kiri kanan sumbu landasan, *marking* yang paling ujung berjarak 300m dari *threshold*



Gambar 2.7 *Marking touchdown zone* untuk *runway* 2400m atau lebih

(Sumber : Annex 14 Vol.I, 2009)

- *Marking touchdown zone*

Dipasang pada landasan dengan *approach* presisi, tapi bisa juga dipasang pada landasan non presisi atau landasan non instrumen, yang lebar landasannya lebih dari 23 m. Terdiri dari pasangan-pasangan berbetuk segi empat di kanan kiri sumbu landasan lebar 3 m dan panjang 22.5 m untuk *strip* tunggal, untuk strip ganda ukuran 22.5 x 1.8 m dengan jarak 1.5 m. Jarak satu sama lain 150 m diawali dari *threshold*, banyaknya pasangan tergantung panjang landasan.

Tabel 2.8 Jumlah *strip* dan *threshold*

Panjang Landasan (m)	Jumlah Pasangan	Jumlah Garis
<900m	1	1
900-1200	2	2, 1
1200-1500	3	2, 1, 1
1500-2400	4	2, 2, 1, 1
>2400	6	3, 3, 2, 2, 1, 1

(Sumber : SNI 03-7095-2005 Badan Standarisasi Nasional)

- *Marking tepi landasan*

Merupakan garis lurus berwarna putih di tepi landasan, memanjang sepanjang landasan dengan lebar strip 0.9 m, bagi landasan yang lebarnya lebih dari 30 m atau lebar strip 0.45 m bagi landasan kurang dari 30 m. Berfungsi sebagai batas tepi landasan terutama apabila warna landasan hampir sama dengan warna *shoulder*.

- *Runway end marking*

Garis ujung pada *runway*, dengan lebar garis 1.8 m dan panjang penuh pada lebar *runway*.

2.5.5 Taxiway Dan Exit Taxiway

Taxiway adalah jalan yang menghubungkan terminal

dengan landasan pacu (*runway*). Lokasi penempatan *taxiway* harus direncanakan secara tepat agar semua aktivitas yang ada di tempat ini tidak mengganggu pergerakan pesawat yang akan lepas landas. Waktu tunda yang diakibatkan oleh pesawat *landing* terhadap pesawat yang lepas landas akan lebih singkat bila *taxiway* memungkinkan pesawat untuk membelok dengan kecepatan tinggi.

2.5.5.1 Dimensi *Taxiway*

Faktor keamanan yang diijinkan juga perlu diperhatikan dalam mendesain *taxiway*, hal tersebut dikarenakan pergerakan pesawat sangat cepat, ketika cockpit menuju *taxiway* yang diperhatikan adalah garis tengah dan jarak diantaranya harus terbebas dari hambatan terutama di luar roda pesawat dan ujung dari *taxiway*. Adapun nilai minimum untuk dimensi *taxiway* dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.9 Dimensi *taxiway*

Kode Huruf	Golongan Pesawat	Lebar <i>taxiway</i> (m)	Jarak bebas minimum dari sisi terluar roda utama dengan tepi <i>taxiway</i> (m)
A	I	7.5	1.5
B	II	10.5	2.25
C	III	15 A	3 A
		18 B	4.5 B
D	IV	18 C	4.5
		23 D	
E	V	25	4.5
F	VI	30	4.5

Keterangan :

- a. Bila *taxiway* digunakan pesawat dengan roda dasar kurang dari 18 m.

- b. Bila *taxiway* digunakan pesawat dengan seperempat roda dasar lebih dari 18 m.
- c. Bila *taxiway* digunakan pesawat dengan roda putaran kurang dari 9 m.
- d. Bila *taxiway* untuk pesawat dengan seperempat roda putaran lebih dari 9 m.

(Sumber : SKEP-77-VI-2005 Dirjen Perhubungan)

2.5.5.2 *Taxiway Shoulder*

Sama halnya dengan *runway*, bagian lurus dari *taxiway* harus dilengkapi dengan bahu pada setiap sisi dari *taxiway*. Jadi lebar keseluruhan *taxiway* dan bahu pada bagian lurus minimum seperti pada tabel berikut :

Tabel 2.10 Dimensi *taxiway shoulder*

Code Letter	Golongan Pesawat	Lebar minimum bahu <i>taxiway</i> pada bagian lurus (m)
A	I	25
B	II	25
C	III	25
D	IV	38
E	V	44
F	VI	60

(Sumber : SKEP-77-VI-2005 Dirjen Perhubungan)

2.5.5.3 *Taxiway Longitudinal Slope*

Untuk kemiringan memanjang maksimum *taxiway* dapat dilihat pada tabel berikut.:

Tabel 2.11 Kemiringan memanjang maksimum *taxiway*

Code Letter	Golongan Pesawat	Kemiringan Memanjang (%)	Perubahan maksimum kemiringan (%)/(m)	Jari-jari peralihan minimum (m)
A	I	3	1/25	2500
B	II	3	1/25	2500
C	III	1.5	1/30	3000
D	IV	1.5	1/30	3000
E	V	1.5	1/30	3000
F	VI	1.5	1/30	3000

(Sumber : SKEP-77-VI-2005 Dirjen Perhubungan)

2.5.5.4 *Taxiway Transversal Slope*

Kemiringan melintang *taxiway* harus dapat mencegah tergenangnya air dan tidak kurang dari 1%.

Tabel 2.12 Kemiringan melintang maksimum *taxiway*

Code Letter	Golongan Pesawat	Kemiringan Melintang (%)
A	I	2
B	II	2
C	III	1.5
D	IV	1.5
E	V	1.5
F	VI	1.5

(Sumber : SKEP-77-VI-2005 Dirjen Perhubungan)

2.5.5.5 *Taxiway Strips*

Area ini termasuk dengan *taxiway*, berfungsi sebagai area untuk mengurangi resiko kerusakan pada pesawat saat terjadi kegagalan *landing – take off* pada *taxiway*. Antara

bagian tengah *strips* dan garis tengah *taxiway* memiliki jarak minimum sesuai tabel berikut :

Tabel 2.13 *Taxiway strips*

Code Letter	Jarak minimum bagian tengah strip garis tengah taxiway (m)	Maksimum kemiringan ke atas yang diratakan (%)	Maksimum kemiringan ke bawah yang diratakan (%)
A / I	11	3	5
B / II	12.5	3	5
C / III	12.5	2.5	5
D / IV	19	2.5	5
E / V	22	2.5	5
F / VI	30	2.5	5

Tabel 2.14 Jarak lurus minimum setelah belokan *taxiway*

Code Letter	Jarak lurus setelah belokan (m)
A / I	35
B / II	35
C / III	75
D / IV	75
E / V	75
F / VI	75

(Sumber : SKEP-77-VI-2005 Dirjen Perhubungan)

2.5.5.6 *Fillet*

Bagian tambahan dari perkerasan yang disediakan pada persimpangan *taxiway* untuk memfasilitasi beloknya pesawat agar tidak tergelincir keluar jalur perkerasan.

Tabel 2.15 Dimensi *fillet taxiway*

Code Letter	Kecepatan pesawat keadaan basah (km/jam)	Jari-jari minimum belokan jalan pesawat (m)	Sudut potong antara <i>rapid exit taxiway</i> dengan <i>runway</i>
A / I	65	275	30
B / II	65	275	30
C / III	93	550	30
D / IV	93	550	30
E / V	93	550	30
F / VI	93	550	30

(Sumber : SKEP 77-VI-2005 Dirjen Perhubungan)

Tabel 2.16 Jari-jari *fillet*

Kode Huruf	Lebar paralel <i>taxiway</i> (m)	Lebar dari dan keluar <i>taxiway</i> (m)
A	15	30
B	18	26.5
C	23	26.5
D	30	26.5
E	30	23
F	45	18

(Sumber : SKEP 77-VI-2005 Dirjen Perhubungan)

2.5.5.7 Marka Di *Taxiway*

Tanda pada *taxiway* harus diberikan pada semua perkerasan *taxiway* dengan warna kuning. Pada dasarnya warnanya harus menyolok terhadap sekitarnya.

Sumbu tanda *taxiway* sebagai garis pedoman dari sumbu landasan masuk ke *taxiway*, berbentuk garis selebar 15 cm.

Pada garis melengkung, tanda harus sejajar dengan tepi luar perkerasan. Tanda taksi di *runway* tidak harus menyatu dengan *centreline*, tetapi diteruskan sejajar dengan garis tengah *runway*, tidak kurang dari 60 m di luar titik singgung untuk nomor kode *runway* 3 dan 4 dan 30 m untuk nomor kode 1 dan 2. Tanda *taxi* harus *offset* dari landasan *centreline* pada sisi *taxiway* dan 0.9 m dari *runway centerline*.

2.5.5.8 Apron

Fasilitas sisi udara ini berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan penumpang dan muatan, bahan bakar, parkir, dan persiapan pesawat sebelum melanjutkan penerbangan. Area ini terdiri dari tempat parkir pesawat (*aircraft gates, aircraft stands, atau ramps*) dan jalur khusus sirkulasi pesawat memasuki/keluar dari tempat parkir (*taxilane*).

Ukuran dan letak *gate* harus didesain sesuai karakter pesawat yang menggunakan *gate* tersebut. Beberapa karakteristik yang dimaksud seperti lebar sayap, panjang, dan radius belok pesawat serta keperluan kendaraan-kendaraan yang menyediakan perawatan untuk pesawat selama berada di *gate*. Persamaan evaluasi *apron* menurut JICA adalah sebagai berikut:

$$N = \frac{C \times T}{60} \times A \quad \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana :

- N = Jumlah pesawat yang akan parkir di *apron*
- C = Jumlah pesawat saat jam sibuk
- T = Waktu pesawat menempati area (30-60 menit)
- A = Cadangan pesawat

Dimensi *apron* adalah sebagai berikut:

$$P = G \times 2R \times G \times C \quad \dots\dots\dots(2.14)$$

$$L = L + C + W \quad \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana :

G = Jumlah *gate*

R = Radius putar pesawat

C = Jarak pesawat dan pesawat ke gedung terminal (25ft – 35ft)

L = Panjang pesawat (ft)

W = Lebar *taxilane* (16ft untuk pesawat kecil dan 29ft untuk pesawat berbadan lebar)

Jika R tidak tersedia, maka nilai R dapat dihitung dengan rumus :

$$R = (\text{wingspan}/2) + (\text{wheel base}/\text{tg}60)$$

Sehingga akan diperoleh dimensi *apron* minimum yang diperlukan .

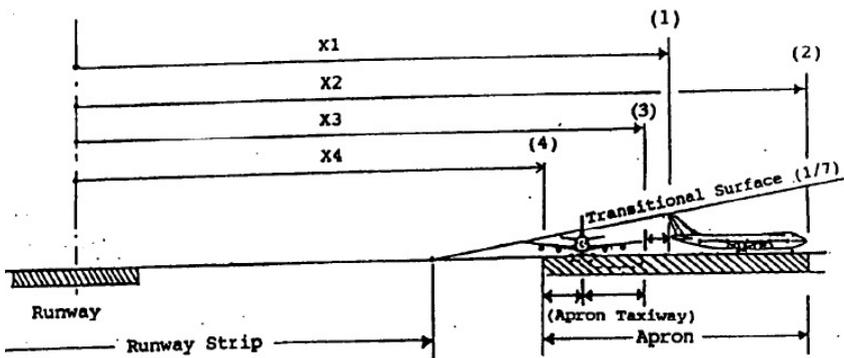
(Sumber : Modul Kuliah Infrastruktur Transportasi RC09-1523 Lapangan Terbang – ITS)

Tabel 2.17 Jarak bebas antar pesawat di *apron*

Uraian	Code Letter / Penggolongan Pesawat					
	A / I	B / II	C / III	D / IV	E / V	F / VI
Jarak bebas antar pesawat yang parkir dengan pesawat yang akan tinggal landas (A) (m)	10	10	10	15	15	15
Jarak bebas antar pesawat yang parkir dengan pesawat yang berada di taxilane dan penghalang lain (B) (m)	4,5	4,5	7,5	7,5	10	10
Jarak pesawat yang sedang berjalan dengan pesawat yang berada di lead-in garis dan pesawat lain (C) (m)	4,5	4,5	7,5	7,5	10	10
Jarak antara pesawat yang sejajar yang berada di apron dan bangunan lain (D) (m)	4,5	4,5	7,5	7,5	10	10
Jarak antara pesawat dengan pengisian bahan bakar dan bangunan (E) (m)	15	15	15	15	15	15

(Sumber : SKEP 77-VI-2005 Dirjen Perhubungan)

Apron masih perlu dilakukan koreksi jarak aman terhadap *runway*. Berikut perhitungannya menurut SKEP 77-VI-2005 Dirjen Perhubungan:

**Gambar 2.8** Jarak *apron* terhadap *runway*

Dimana:

- X_1 = Posisi maksimum dari ekor pesawat sampai garis tengah *runway*
- X_2 = Posisi dari garis tengah *runway* sampai bangunan terminal ($X_2 = X_1 +$ panjang maksimum pesawat)
- X_3 = Posisi ujung sayap pesawat yang berada disisi bangunan terminal sampai garis tengah *runway*
($X_3 = X_1 -$ jarak antar dua pesawat)

2.6 Perencanaan Perkerasan

Perkerasan merupakan struktur yang tersusun atas beberapa lapisan dan daya dukung yang berbeda - beda. Suatu perkerasan dibedakan atas dua jenis, yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*). Dimana, perkerasan yang dibuat dari campuran aspal dengan agregat dan digelar pada permukaan material granular mutu tinggi disebut perkerasan lentur, sedangkan perkerasan yang dibuat dari slab-slab beton (*Portland Cement Concrete*) disebut perkerasan “*Rigid*” (Sumber: Basuki, 1986).

Dalam hal ini, perkerasan yang direncanakan adalah ditujukan untuk melayani suatu pesawat udara yang akan beroperasi di atasnya dengan aman dan nyaman, sehingga dibutuhkan daya dukung yang cukup serta permukaan yang rata. Perencanaan struktural dalam perencanaan bandara ini adalah penentuan tebal perkerasan dan bagian-bagiannya.

Perkerasan lentur terdiri atas lapisan *surface coarse*, *base course*, dan *sub base coarse*. Semua komposisi penyusun tersebut digelar di atas tanah asli yang dipadatkan (*subgrade*). Berikut metode perencanaan yang digunakan untuk perkerasan landasan pacu dalam perencanaan ini, yaitu Metode FAA.

2.6.1 Menentukan Tebal Lapis Perkerasan

Di dalam menentukan tebal lapis perkerasan harus ditentukan terlebih dahulu pesawat rencananya yaitu pesawat dengan beban yang menghasilkan ketebalan perkerasan yang paling besar dan bukan berarti pesawat dengan beban terbesar. Selain itu, ditentukan berdasarkan jenis pesawat yang beroperasi dan besar MSTOW (*Maximum Structural Take Off Weight*) serta data jumlah keberangkatan tiap jenis pesawat yang berangkat. Perkerasan harus melayani berbagai macam pesawat yang memiliki tipe roda pendaratan dan berat masing – masing. Oleh karena itu, pengaruh semua jenis model lalu lintas harus dikonversikan kedalam “pesawat rencana“ dengan *Equivalent Annual Departure*.

Rumus konversinya sebagai berikut :

$$\text{Log}R_1 = (\text{Log}R_2) \times \left(\frac{W_2}{W_1} \right)^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(2.16)$$

Dimana :

R_1 = *equivalent annual departure* pesawat rencana

R_2 = *annual departure* pesawat-pesawat campuran

W_1 = beban roda dari pesawat rencana

W_2 = beban roda dari pesawat-pesawat yang ditanyakan

Tipe roda pendaratan tiap jenis pesawat berbeda, maka perlu dikonversikan. Konversi menurut Basuki, 1986 sebagai berikut :

Tabel 2.18 Faktor konversi keberangkatan tahunan pesawat menjadi keberangkatan tahunan ekuivalen pesawat rencana

Poros roda pendaratan pesawat sebenarnya	Poros roda pendaratan pesawat rencana	Faktor pengali untuk keberangkatan ekuivalen
Roda tunggal (<i>single wheel</i>)	Roda ganda (<i>dual wheel</i>)	0.8
	Tandem ganda (<i>dual tandem</i>)	0.5
Roda ganda (<i>dual wheel</i>)	Tandem ganda (<i>dual tandem</i>)	0.6
Dobel tandem ganda (<i>double dual tandem</i>)	Tandem ganda (<i>dual tandem</i>)	1
Tandem ganda (<i>dual tandem</i>)	Roda tunggal (<i>single wheel</i>)	2
	Roda ganda (<i>dual wheel</i>)	1.7
Roda ganda (<i>dual wheel</i>)	Roda tunggal (<i>single wheel</i>)	1.3
Tandem ganda (<i>double dual tandem</i>)	Roda ganda (<i>dual wheel</i>)	1.7

(Sumber : Basuki, 1986)

2.6.2 Hitung Tebal Perkerasan Total

Tebal perkerasan total dihitung dengan memplotkan data CBR subgrade (data penyelidikan tanah), MTOW (*Maximum Take Off Weight*) pesawat rencana, dan nilai *equivalent Annual Departure* ke grafik. Grafik-grafik pada perencanaan perkerasan FAA menunjukkan ketebalan perkerasan total yang dibutuhkan (tebal pondasi bawah + tebal pondasi atas +

tebal lapisan permukaan). Nilai CBR tanah dasar digunakan bersama-sama dengan berat lepas landas kotor dan keberangkatan tahunan ekuivalen dari pesawat rencana.

Grafik-grafik perencanaan di gunakan dengan memulai menarik garis lurus dari sumbu CBR, ditentukan secara vertikal ke kurva berat lepas landas kotor, kemudian diteruskan ke arah horizontal ke kurva keberangkatan tahunan ekuivalen dan akhirnya diteruskan vertikal ke sumbu tebal perkerasan dan tebal total perkerasan didapat.

Beban lalu-lintas pesawat pada umumnya akan disebarkan pada daerah lateral dari permukaan perkerasan selama operasional. Demikian juga, pada sebagian landasan pacu, pesawat akan meneruskan beban ke perkerasan. Oleh karena itu, FAA memperbolehkan perubahan tebal perkerasan pada permukaan yang berbeda-beda :

- Tebal penuh T pada seluruh daerah kritis, yang digunakan untuk tempat pesawat yang akan berangkat, seperti apron daerah tunggu (*holding apron*), bagian tengah landasan hubung dan landas pacu (*runway*).
- Tebal perkerasan 0.9T diperlukan untuk jalur pesawat yang akan datang, seperti belokan landas pacu berkecepatan tinggi.
- Tebal perkerasan 0.7T diperlukan untuk tempat yang jarang dilalui pesawat, seperti tepi luar landas hubung dan tepi luar landas pacu.

a. Hitung tebal perkerasan permukaan (*surface*)

Tebal *surface* dapat langsung dilihat dari grafik sebelumnya yang berupa tebal *surface* untuk daerah kritis dan non kritis.

b. Hitung tebal perkerasan *base course*

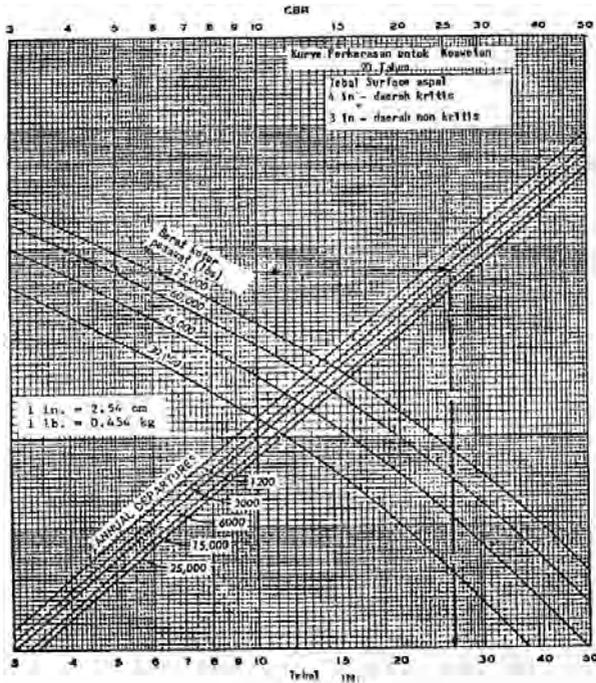
Tebal *base course* sama dengan tebal lapisan diatas *subbase* dikurangi tebal permukaan. Hasil ini harus dicek dengan membandingkannya terhadap tebal minimum *base course* dari grafik. Apabila tebal *base course* minimum

lebih besar dari tebal *base course* hasil perhitungan, maka selisihnya diambil dari lapisan *subbase*, sehingga tebal *subbase* pun berubah.

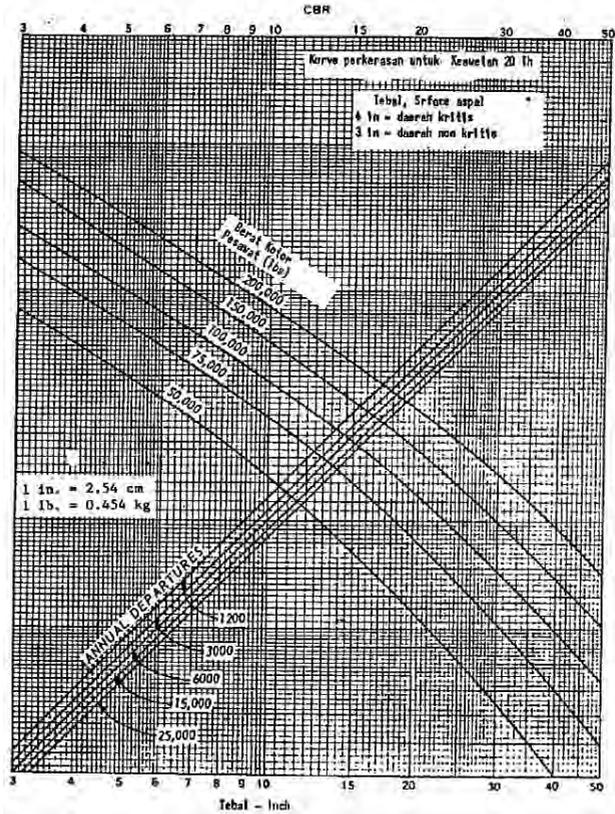
c. Hitung ketebalan daerah tidak kritis

Ketebalan daerah non kritis masing-masing lapisan didapat dengan mengalikan dengan faktor pengali 0,9 T untuk tebal *base* dan *subbase*. Untuk f faktor pengali 0,7 T hanya berlaku pada *base course* karena dilalui oleh drainase melintang landasan.

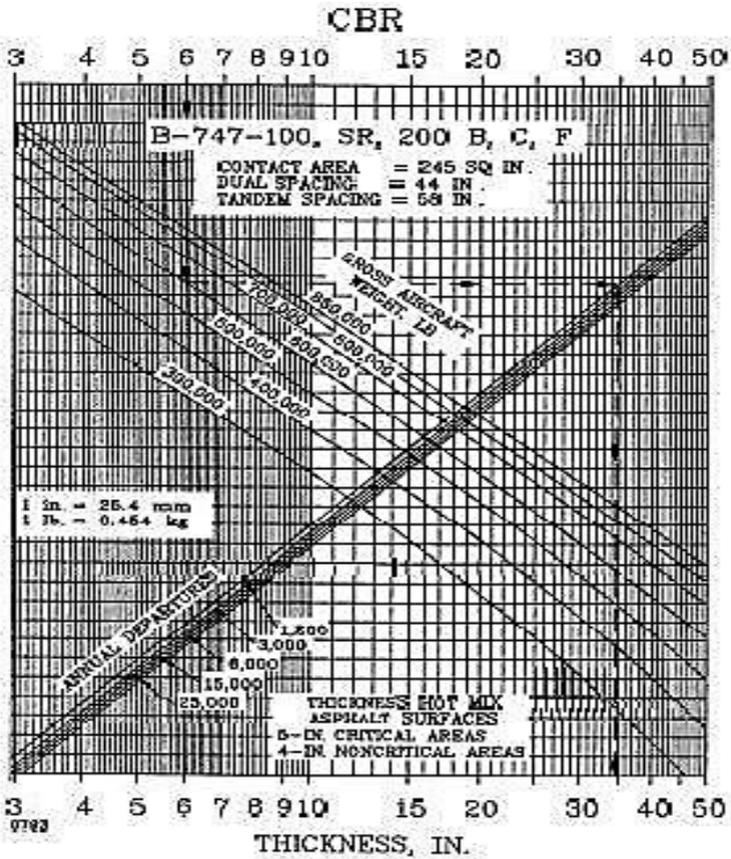
(Sumber: Basuki, 1986)



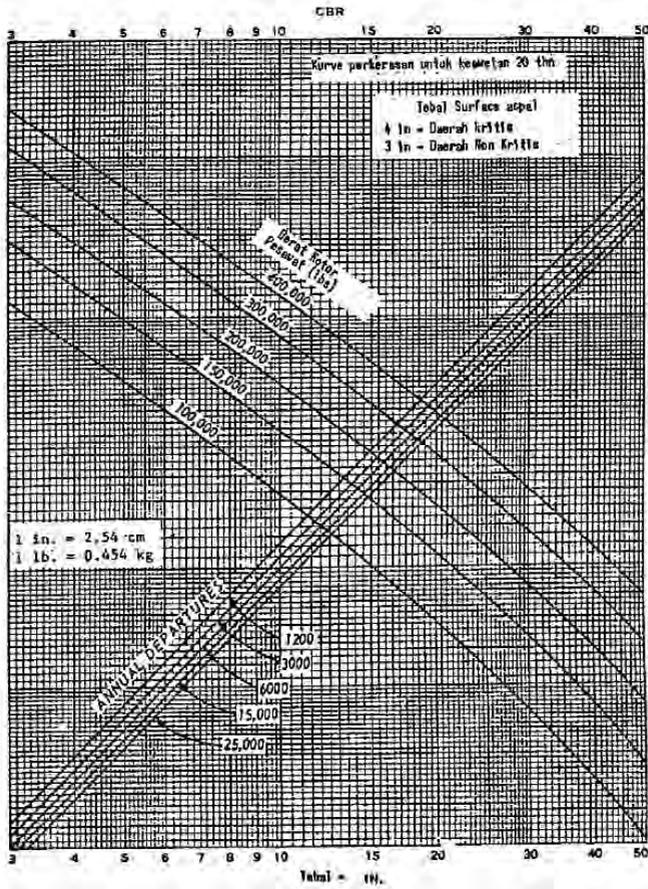
Gambar 2.9 Kurva perencanaan tebal perkerasan lentur untuk pesawat roda tunggal



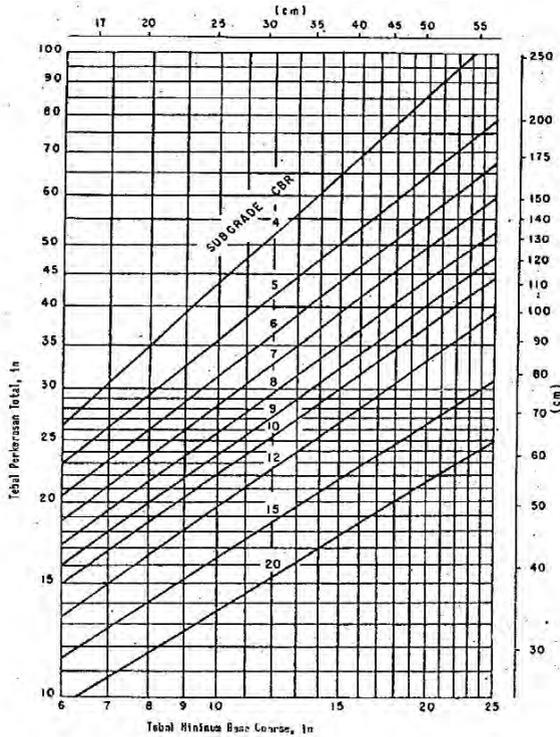
Gambar 2.10 Kurva perencanaan tebal perkerasan lentur untuk pesawat roda ganda



Gambar 2.11 Kurva perencanaan tebal perkerasan lentur untuk pesawat roda tandem ganda



Gambar 2.12 Kurva perencanaan tebal perkerasan lentur untuk pesawat roda dual tandem ganda



Gambar 2.13 Kurva perencanaan tebal minimum *base coarse* yang diperlukan

Grafik perencanaan yang tersedia diatas (Basuki, 1986) adalah grafik perencanaan untuk tingkat keberangkatan tahunan maksimum 25.000 keberangkatan. Untuk keberangkatan tahunan diatas 25.000 grafik tersebut juga dapat digunakan dengan mengalikan hasil akhir tebal total perkerasan yang didapat dengan menggunakan grafik keberangkatan tahunan 25.000 dengan angka persentase yang diberikan pada tabel berikut :

Tabel 2.19 Tebal perkerasan bagi tingkat *departure* > 25000

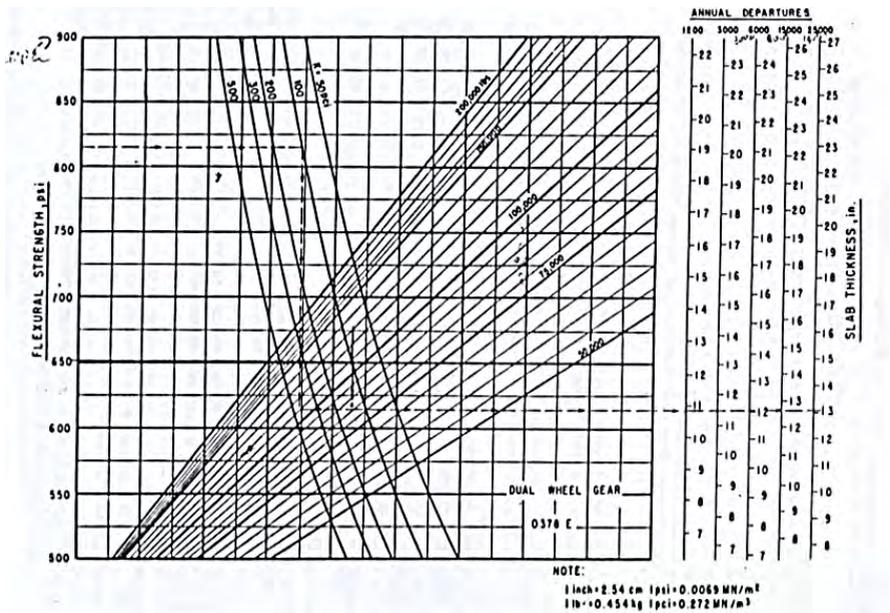
Tingkat keberangkatan tahunan	% tebal total keberangkatan tahunan 25000
50000	104
100000	108
150000	110
200000	112

(Sumber: Basuki, 1986)

2.6.3 Hitung Tebal Perkerasan Apron

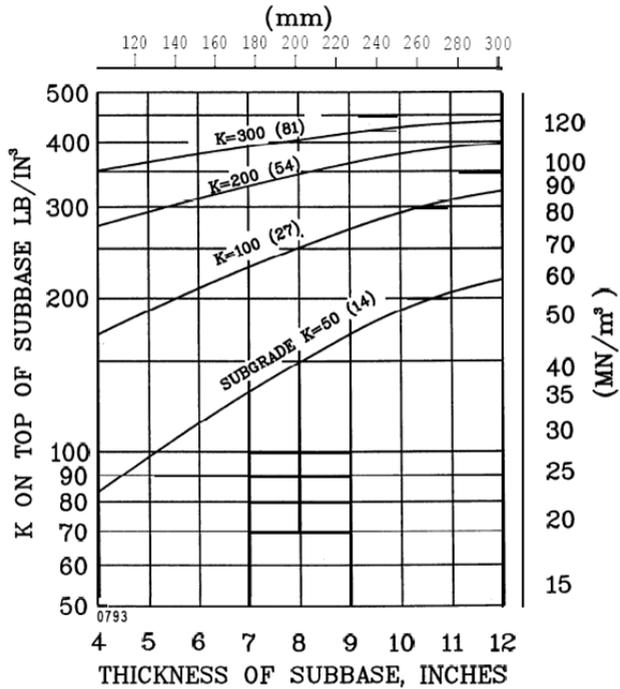
Apron digunakan sebagai lahan untuk pesawat melakukan *loading* baik itu penumpang, bagasi maupun bahan bakar. Oleh sebab itu *apron* akan mendapatkan beban yang berat karena pada saat itu pesawat tidak bergerak. Maka untuk perkerasannya menggunakan perkerasan kaku dengan metode FAA.

- a. Hitung tebal perkerasan kaku
Melakukan perhitungan nilai MR (*Modulus of Rupture* atau modulus keruntuhan beton), lalu hasilnya diplotkan terhadap grafik tebal perkerasan kaku dari FAA



Gambar 2.14 Kurva perencanaan tebal minimum perkerasan kaku

- b. Hitung tebal *subbase*
 Melakukan perhitungan nilai modulus k dari *subgrade* berdasarkan nilai CBR, lalu diplotkan pada grafik tebal *subbase*.



Gambar 2.15 Kurva perencanaan tebal *subbase*

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

BAB III METODOLOGI

3.1 Umum

Metodologi adalah suatu tahap sebelum mengerjakan sesuatu hal. Dalam hal ini, yang berkaitan dengan metodologi adalah cara dan urutan kerja untuk mendapatkan hasil dari perencanaan kebutuhan panjang *runway*, *taxiway* dan luas *apron* pada Bandara Blimbingsari, Banyuwangi. Data yang dibutuhkan didapatkan dari Dinas Perhubungan Provinsi Jawa Timur dan UPT Ditjen Hubud Bandara Blimbingsari. Metode yang digunakan adalah sebagai berikut :

3.1.1 Identifikasi

Identifikasi masalah dalam hal ini adalah peninjauan pokok masalah untuk menentukan batasan pembahasan masalah tersebut. Identifikasi masalah ini dilakukan dengan browsing, dan membaca media cetak mengenai permasalahan yang terjadi yang akan dibahas pada tugas akhir ini. Pada tahap ini, akan dihasilkan permasalahan yang melatar belakangi perencanaan perpanjangan landasan pacu Bandara Blimbingsari, Banyuwangi.

3.1.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan cara mengumpulkan literatur maupun referensi lain yang menunjang dalam penyelesaian tugas akhir ini.

3.1.3 Pengumpulan Data Sekunder

Pada tahap ini dilakukan dengan beberapa cara berikut :

- Mencari informasi mengenai tempat meminjam data untuk dijadikan bahan penunjang penyelesaian Tugas Akhir.
- Mencari data ke instansi/perusahaan yang direkomendasikan dan mencari informasi, serta meminta ijin kepada instansi yang bersangkutan untuk meminjam

data guna dijadikan sebagai bahan penunjang penyelesaian Tugas Akhir.

- Membuat dan mengajukan berkas-berkas yang diperlukan untuk peminjaman data. Dalam hal ini berupa surat pengantar dari jurusan untuk pengajuan peminjaman data.
- Mengumpulkan data yang mendukung dalam penyelesaian Tugas Akhir.
- Mempelajari semua data yang menunjang.

Data – data yang diperlukan untuk penyelesaian Tugas Akhir antara lain :

1. Peta lokasi studi
2. Layout bandara
3. Jadwal penerbangan
4. Tipe pesawat
5. Data jumlah penumpang

3.1.4 Analisis dan Pengolahan Data

Tahap ini dilakukan analisis dan pengolahan data sekunder yang telah didapat. Nilai yang didapat dari pengolahan tersebut nantinya digunakan untuk perhitungan dalam studi ini. Perencanaan studi ini meliputi :

3.1.4.1 Analisis Kondisi Eksisting *Runway*

Tahap menganalisis kondisi eksisting *runway* Bandara Blimbingsari. Langkah awal adalah melakukan koreksi panjang *runway* akibat pengaruh kondisi lokal.

3.1.4.2 Perhitungan Kebutuhan *Runway*, *Taxiway* dan *Apron* Sesuai Tahun Rencana

Tahap menghitung dan memprediksi apakah *runway*, *taxiway* dan *apron* perlu dilakukan perencanaan ulang sesuai dengan syarat dan peraturan yang berlaku. Dalam tugas akhir ini tahun rencana diambil 20 tahun mendatang. Semakin

meningkatnya jumlah dari pesawat terbang dari tahun ke tahun dan penambahan bobot pesawat yang semakin besar, sehingga diharapkan perkerasan landasan mampu melayani beban tersebut dan dapat bertahan lama hingga tahun rencana. Setelah diprediksi bahwa perkerasan landasan perlu diperpanjang, maka dilakukan tahap-tahap perhitungannya yang disesuaikan dengan aturan yang berlaku.

Langkah berikutnya yaitu melakukan perhitungan *runway*, *taxiway*, *apron* yang akan direncanakan nantinya. Tahapan ini mengacu pada analisis tentang pergerakan pesawat yang beroperasi dan analisis tentang mobilisasi penumpang, langkah yang dilakukan yaitu dengan mencari besar prosentase jumlah pertumbuhan penumpang dan pesawat tiap tahunnya dari data pergerakan lalu lintas penerbangan yang ada. Pengolahan ini dilakukan menggunakan program bantu computer, yaitu dengan regresi linier sehingga akan didapat persamaan pertumbuhannya.

3.1.5 Desain Dimensi *Runway*

Tahap merencanakan dimensi *runway* sesuai peraturan. Klasifikasi panjang *runway* berdasarkan *International Civil Aviation Organization* (ICAO). Setelah didapatkan panjang *runway* menurut *Aeroplane Reference Field Length* (ARFL), maka dikontrol lagi terhadap *Aerodrome Reference Code* (ARC) untuk mempermudah membaca hubungan antara beberapa spesifikasi pesawat terbang dengan berbagai karakteristik bandara. Dari pembacaan ARC akan dapat ditentukan lebar *runway* rencana minimum dan akan direncanakan beserta fasilitas *runway*.

3.1.6 Perencanaan Tebal Perkerasan dengan Metode FAA

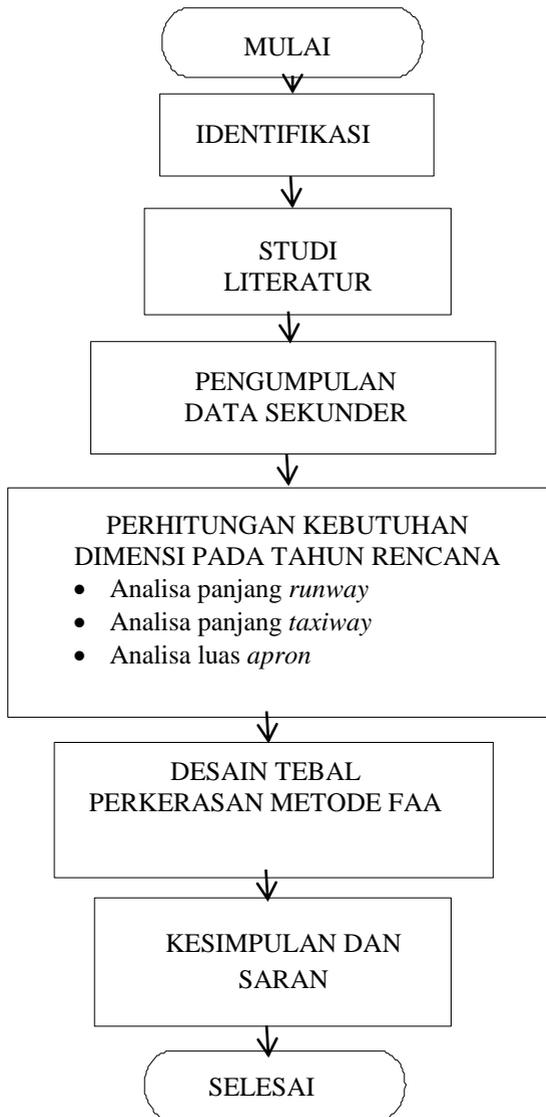
Setelah melalui tahap perencanaan dimensi kebutuhan panjang *runway* untuk tahun rencana, maka dilakukan perencanaan tebal perkerasan dengan metode FAA. Semakin meningkatnya jumlah pesawat terbang dari tahun ke tahun,

maka akan diimbangi dengan bobot pesawat yang semakin besar. Beban yang diterima pada perkerasan landas pacu oleh bobot pesawat akan disalurkan ke tanah, dan diharapkan dapat bertahan sampai tahun rencana.

3.1.7 Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini, dapat ditarik kesimpulan dari beberapa tahapan yang sudah dilakukan di atas yaitu mendapatkan dimensi kebutuhan panjang *runway* dan *taxiway*, luas *apron* serta rencana tebal perkerasannya. Demikian juga dengan saran, dapat dituliskan untuk pengembangan dan perbaikan kedepannya.

3.1.8 Diagram Alir Metodologi



Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

BAB IV ANALISA KONDISI EKSISTING

4.1 Tipe Pesawat Yang Beroperasi

Dalam operasional penerbangan, pesawat terbang yang digunakan memiliki karakteristik dan kapasitas penumpang bervariasi. Salah satu karakteristik pesawat yang berpengaruh pada perencanaan tebal perkerasan dan kekuatan landas pacu, landas hubung dan parkir pesawat adalah berat (MTOW) pesawat tersebut. Selain itu, lebar sayap dan panjang badan pesawat juga mempengaruhi lebar landas pacu, serta *taxiway* dimana jarak antara keduanya ditentukan oleh ukuran pesawat yang akan menggunakan suatu bandara.

Pada Bandara Blimbingsari Banyuwangi, terdapat beberapa jenis pesawat terbang yang biasa beroperasi. Dari tahun 2011 hingga tahun 2012, data pergerakan pesawat yang ada menunjukkan peningkatan dan penurunan, baik dari jumlah penerbangan maupun jumlah bagasi. Pada tabel 4.1 menunjukkan berbagai jenis pesawat penumpang yang beroperasi di Bandara Blimbingsari tahun 2011 – 2012.

Tabel 4.1 Tipe Pesawat Yang Beroperasi Di Bandara Blimbingsari

No.	Maskapai / Flying School	Tipe pesawat	ICAO
1	Wings Air	ATR72-500	AT72
2	Merpati Airlines	MA 60	MA60
3	BIFA	Cessna 172	C172

(Sumber : Satuan Kerja Bandara Banyuwangi, 2013)

Berdasarkan tipe pesawat yang beroperasi tersebut, maka pada tabel 4.2 menampilkan data kecepatan *touchdown*, kecepatan pendaratan dan panjang *landing distance*. Data tersebut nantinya akan dipergunakan untuk menentukan lokasi *exit taxiway* masing – masing pesawat.

Tabel 4.2 Kecepatan Pendaratan, *Touchdown Speed*, dan *Landing Distance* Pesawat di Bandara Blimbingsari

Jenis Pesawat	Kecepatan Pendaratan (V_{ot})			Kecepatan <i>Touchdown</i> (V_{td})			<i>Landing Distance</i>	
	Knot	Km/jam	m/dt	Knot	Km/jam	m/dt	feet	m
ATR72 - 500	200	370	103	170	315	87	3500	1067
MA 60	240	444	123	170	315	87	3480	1061
Cessna 172	110	204	57	110	204	57	1280	390

(Sumber: <http://contentzone.eurocontrol.int/aircraftperformance>, 2013)

Menurut FAA, pesawat dikategorikan berdasarkan kecepatan pendaratannya seperti pada tabel 4.3 berikut :

Tabel 4.3 Kategori pesawat berdasarkan kecepatan menurut FAA

Kategori	Kecepatan pendaratan	Kecepatan <i>touchdown</i>
A	<90 knots (169 km/jam)	lihat B
B	91 knots (169 km/jam) - 120 knots (222 km/jam)	97 knots (180 km/jam)
C	121 knots (224 km/jam) - 140 knots (259 km/jam)	120 knots (222 km/jam)
D	141 knots (261 km/jam) - 165 knots (306 km/jam)	140 knots (259 km/jam)

(Sumber : Sheelfia, 2012)

Berdasarkan pengelompokan kategori pesawat pada tabel 4.3, maka tipe pesawat yang beroperasi di Bandara Blimbingsari di tabel 4.1 dapat dikategorikan sebagai berikut :

Tabel 4.4 Tipe Pesawat Yang Beroperasi Di Bandara Blimbingsari

Jenis Pesawat	Kecepatan <i>Touchdown</i>			Kategori
	knot	km/jam	m/dt	
ATR72 - 500	170	315	87	D
MA 60	170	315	87	D
Cessna 172	110	204	57	B

4.2 Analisa Eksisting Pergerakan Pesawat dan Penumpang

Kuantitas penumpang merupakan salah satu komponen penting dalam perencanaan pengembangan suatu bandara. Dimana banyaknya penumpang menjadi patokan besarnya permintaan terhadap penggunaan moda pesawat terbang. Sehingga perlu analisa terhadap penumpang guna penentuan jenis pesawat yang dapat dipakai untuk menampung kapasitas penumpang yang ada.

Adapun data pergerakan pesawat dan penumpang Bandara Blimbingsari tahun 2011 – 2012 yang akan digunakan untuk peramalan pertumbuhan jumlah pergerakan arus lalu lintas udara baik pada pesawat maupun penumpang di tahun rencana (20 tahun mendatang) ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 4.5 Data Pergerakan Pesawat Bandara Blimbingsari
Tahun 2011

No	Bulan	Penerbangan Komersil	Penumpang	
			in	out
1	Januari	49	112	184
2	Pebruari	50	159	140
3	Maret	43	149	185
4	April	0	0	0
5	Mei	60	417	482
6	Juni	58	224	247
7	Juli	34	261	272
8	Agustus	22	236	179
9	September	38	559	676
10	Oktober	36	648	556
11	Nopember	34	652	505
12	Desember	32	560	423
	Jumlah	456	3977	3849

(Sumber : Satuan Kerja Bandara Banyuwangi, 2013)

Tabel 4.6 Data Pergerakan Pesawat Bandara Blimbingsari Tahun 2012

No	Bulan	Penerbangan Komersil	Penumpang	
			in	out
1	Januari	22	261	297
2	Pebruari	30	535	566
3	Maret	28	503	464
4	April	34	587	584
5	Mei	52	920	880
6	Juni	54	919	940
7	Juli	60	1193	1034
8	Agustus	62	1173	1035
9	September	72	1415	1462
10	Oktober	56	1532	1448
11	Nopember	70	1805	1685
12	Desember	54	1494	1396
	Jumlah	594	12337	11791

(Sumber : Satuan Kerja Bandara Banyuwangi, 2013)

Dari tabel data pergerakan di atas menunjukkan adanya fluktuasi arus pergerakan pesawat maupun arus pergerakan penumpang. Oleh sebab itu dalam tugas akhir ini akan melakukan perencanaan jenis pesawat terbesar yang mampu dilayani Bandara Blimbingsari, serta perencanaan perpanjangan *runway* serta dimensi *taxiway* dan *apron*.

Karakteristik pesawat pada Bandara Blimbingsari ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 4.7 Data Karakteristik Pesawat pada Bandara Blimbingsari

Aeroplane Type	Aeroplane Characteristics				
	Take Off Field (m)	Wingspan (m)	OMGWS (m)	Length (m)	MTOW (kg)
ATR72-500	1220	27	4.1	27.2	22800
MA 60	1650	29.2	4.5	24.7	21800
Cessna 172	462	11	2.55	8.28	1156

(Sumber : <http://www.airlines-inform.com>, 2013)

Pada tabel di atas dapat diketahui bahwa jenis pesawat yang beroperasi pada Bandara Blimbingsari yang membutuhkan panjang *runway* terbesar adalah MA60 dengan ARFL 1650 meter sebelum terkoreksi.

4.3 Kondisi Eksisting Panjang *Runway*

Panjang eksisting *runway* Bandara Blimbingsari saat ini adalah 1800 meter. Dari data karakteristik pesawat pada tabel sebelumnya, dilakukan koreksi ARFL terpanjang terhadap pengaruh lingkungan bandara berdasarkan *International Civil Aviation Organization (ICAO)*.

Beberapa faktor koreksi tersebut adalah koreksi elevasi, koreksi temperatur, dan koreksi kemiringan (*gradient runway*). Faktor-faktor koreksi tersebut yang akan digunakan untuk mengoreksi ARFL dari pesawat MA60. Adapun data-data yang diperlukan sebagai berikut:

- ARFL = 1650 m
- Elevasi bandara terhadap permukaan laut = 25,66 mdpl
- Gradien efektif = 0,8%

4.3.1 Koreksi Elevasi

Faktor koreksi elevasi (Fe) perlu diperhitungkan. Berdasarkan ICAO, ARFL bertambah sebesar 7% untuk

setiap kenaikan 300 m dihitung dari ketinggian muka air laut. Berikut perhitungan F_e :

$$F_e = 1 + 0.07 \frac{h}{300}$$

$$F_e = 1 + 0.07 \frac{25,66}{300}$$

$$F_e = 1,006 \text{ m}$$

Maka, nilai F_e 1,006 meter.

4.3.2 Koreksi Temperatur

Menurut ICAO panjang *runway* harus dikoreksi terhadap temperatur (F_t) sebesar 1% untuk setiap kenaikan 1°C. Hal ini disebabkan pada temperatur tinggi, kelembapan udara menjadi rendah, sehingga daya dorong pesawat juga rendah.

Tabel 4.8 Data suhu rata-rata tahun 2011-2012

Tahun	Bulan	Suhu rata-rata °C	Tahun	Bulan	Suhu rata-rata °C
2011	Januari	27	2012	Januari	32
	Pebruari	27.5		Pebruari	34
	Maret	27		Maret	34
	April	27.5		April	31
	Mei	27.5		Mei	32
	Juni	26		Juni	31
	Juli	26		Juli	33
	Agustus	25.5		Agustus	31
	September	26.5		September	32
	Oktober	26.5		Oktober	33
	Nopember	28		Nopember	33
	Desember	28.5		Desember	32

(Sumber : <http://www.banyuwangikab.go.id>, 2013)

Dari tabel di atas diketahui temperatur tertinggi adalah 34°C. Maka perhitungan Ft sebagai berikut:

$$Ft = 1 + 0,01(T - (15 - 0,0065h))$$

$$Ft = 1 + 0,01(34 - (15 - 0,0065 \times 25,66))$$

$$Ft = 1.192 \text{ m}$$

Maka, nilai Ft 1,192 meter.

4.3.3 Koreksi Kemiringan

Faktor koreksi kemiringan (F_s) sebesar 10% untuk setiap kemiringan 1%. Kemiringan ke atas memerlukan landasan yang lebih panjang dibanding kemiringan datar atau menurun. Berikut perhitungan F_s :

$$F_s = 1 + 0.1S$$

$$F_s = 1 + 0.1 \times 0.8\%$$

$$F_s = 1.0008 \text{ m}$$

Maka, nilai F_s 1.0008 meter.

Dari beberapa perhitungan koreksi di atas maka dapat ditentukan panjang *runway* terkoreksinya sebagai berikut:

$$ARFL = (Lr \times Fe \times Ft \times Fs)$$

$$ARFL = (1650 \times 1.006 \times 1.192 \times 1.0008)$$

$$ARFL = 1980 \text{ m}$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut didapatkan panjang *runway* dari hasil koreksi ARFL terhadap kondisi lingkungan adalah 1980 meter. Sehingga dapat disebutkan bahwa panjang minimal *runway* seharusnya adalah 1980 meter, sedangkan kondisi eksisting panjang *runway* masih 1800 meter.

4.4 Kondisi Eksisting Lebar *Runway*

Lebar *runway* di Bandara Blimbingsari saat ini adalah 30 meter, RESA 90×60 meter.

4.5 Kondisi Eksisting *Taxiway* dan *Apron*

Dimensi *taxiway* eksisting adalah 67×15 meter, sedangkan dimensi *apron* adalah 60×40 meter.

BAB V

PENGOLAHAN DATA

5.1 Peramalan Pertumbuhan Lalu Lintas Udara

Data lalu lintas udara baik pergerakan pesawat maupun pergerakan penumpang diperlukan dalam pengerjaan tugas akhir ini. Data-data tersebut merupakan data sekunder yang digunakan untuk melakukan analisa kondisi eksisting dan melakukan peramalan pertumbuhan pergerakan lalu lintas udara.

Data sekunder yang didapat adalah data pergerakan pesawat yang menggunakan landasan Bandara Blimbingsari dan data pergerakan penumpang tahun 2011-2012 yang didapat dari Dirjen Hubud Satker Bandar Udara Banyuwangi.

Tabel 5.1 Data Sekunder Pergerakan Pesawat dan Penumpang Tahun 2011-2012

Tahun	Pergerakan Pesawat	Penumpang	
		Arr	Dep
2011	456	3977	3849
2012	594	12337	11791

(Sumber : Satuan Kerja Bandara Banyuwangi, 2013)

Dari data pergerakan di atas yang hanya 2 tahun maka tidak dapat langsung dilakukan perhitungan regresi. Untuk itu dapat menggunakan nilai pertumbuhan PDRB Kabupaten Banyuwangi, dengan asumsi pertumbuhan penumpang dan pesawat pada Bandara Blimbingsari masa depan sama besar dengan pertumbuhan PDRB.

Tabel 5.2 Nilai PDRB Kabupaten Banyuwangi

Tahun	Nilai PDRB (Rp)
2010	11.015.195
2011	11.788.649
2012	12.638.531

(Sumber : www.banyuwangikab.bps.go.id, 2013)

Dari data tersebut diperoleh pertumbuhan rata-rata PDRB Kabupaten Banyuwangi pertahun adalah 7,12%. Nilai ini yang nantinya akan digunakan sebagai angka regresi untuk pertumbuhan penumpang dan pesawat masa depan di Bandara Blimbingsari. Contoh perhitungannya sebagai berikut:

$$(n + 1) = n + (n \times 7,12\%)$$

$$(n + 1) = 12.377 + (12.377 \times 7,12\%)$$

$$(n + 1) = 13.215 \text{ pergerakan}$$

dimana:

n = Pergerakan tahun ke-

n+1 = Pergerakan tahun sesudahnya

7,12% = Pertumbuhan PDRB

Untuk hasil perhitungan selanjutnya ditampilkan dalam tabel 5.3 berikut:

Tabel 5.3 Hasil Peramalan Pergerakan Total Pesawat
Dan Penumpang Tahun 2013-2033

Tahun	Tahun ke-	Pergerakan Pesawat	Pergerakan Penumpang	
			Kedatangan	Keberangkatan
2011	-	456	3977	3849
2012	-	594	12337	11791
2013	0	636	13215	12630
2014	1	682	14155	13529
2015	2	730	15162	14491
2016	3	782	16241	15522
2017	4	838	17397	16627
2018	5	897	18635	17810
2019	6	961	19961	19077
2020	7	1029	21381	20435
2021	8	1103	22902	21889
2022	9	1181	24532	23446
2023	10	1265	26278	25115
2024	11	1355	28147	26902
2025	12	1452	30150	28816
2026	13	1555	32296	30866
2027	14	1666	34594	33063
2028	15	1784	37055	35415
2029	16	1911	39692	37935
2030	17	2047	42516	40634
2031	18	2193	45541	43526
2032	19	2349	48782	46623
2033	20	2516	52253	49940

(Sumber : hasil analisa)

Tabel 5.3 menyajikan hasil peramalan pergerakan pesawat dan penumpang untuk 20 tahun rencana yaitu pada tahun 2033, dengan total pergerakan pesawat sebesar 2.516 pergerakan pesawat dan 102.193 untuk pergerakan penumpang. Tabel di atas menunjukkan jumlah data berdasarkan kapasitas pesawat ATR72-500.

5.2 Analisa Pengembangan

Bandara ini direncanakan dengan pesawat rencana Embraer 195 untuk tahun rencana 2023-2032 dan pesawat Boeing 737-400 untuk akhir tahun rencana 2033. Tabel 5.4 berikut adalah data tipe pesawat eksisting dan pesawat rencana yang beroperasi di Bandara Blimbingsari.

Tabel 5.4 Data Pesawat

Tipe Pesawat	ARFL (m)	Wingspan (m)	Length (m)	MTOW (kg)
ATR72-500	1220	27	27.2	22800
E-195	2179	28.72	38.65	48790
B737-400	2540	28.9	36.5	62900

(Sumber : www.airlines-inform.com, 2014)

Dasar pemilihan Embraer dalam perencanaan adalah selain harga per unit lebih murah, pesawat ini juga memiliki *operational cost* yang lebih murah daripada pesawat sejenis, misalnya Bombardier milik maskapai Garuda. *Operational cost* rata-rata untuk keduanya hampir sama yaitu \$5.000 (sumber: www.conklindd.com, 2014). Akan tetapi dengan kapasitas penumpang maksimum yang dapat ditampung berbeda, 100 penumpang untuk Bombardier dan 122 penumpang untuk Embraer, maka harga tiket akan lebih murah jika menggunakan pesawat Embraer. Hal ini diharapkan dapat lebih menarik minat penumpang untuk

menggunakan pesawat Embraer.

Selanjutnya data pada tabel 5.4 di atas akan dikonversi dengan 2 tipe pesawat lain dengan kapasitas lebih besar. Pesawat yang direncanakan adalah Embraer E-195 yang berkapasitas maksimum 122 penumpang, pada tahun rencana 2023-2032.

Sedangkan pesawat rencana untuk tahun rencana 2033 adalah Boeing 737-400 dengan kapasitas penumpang maksimum 146 penumpang. Contoh perhitungannya sebagai berikut, yaitu untuk pesawat E-195 dengan kapasitas 122 penumpang dan pesawat B737-400 dengan kapasitas 146 penumpang.

- Contoh perhitungan pergerakan pesawat E-195

$$a = \frac{b}{c}$$

$$a = \frac{51393 \text{ penumpang}}{122 \text{ penumpang}}$$

$$a = 421 \text{ pergerakan}$$

dimana:

a = Jumlah pergerakan pesawat rencana

b = Total pergerakan penumpang per tahun

c = Kapasitas penumpang pesawat rencana

- Contoh perhitungan pergerakan pesawat B737-400

$$a = \frac{b}{c}$$

$$a = \frac{102193 \text{ penumpang}}{146 \text{ penumpang}}$$

$a = 700$ pergerakan

Untuk hasil perhitungan selanjutnya ditampilkan dalam tabel 5.5 berikut:

Tabel 5.5 Peramalan Pergerakan Pesawat Rencana

Tahun	Pesawat Rencana	Pergerakan Pesawat/tahun	Pergerakan Penumpang/tahun	
			Kedatangan	Keberangkatan
2023	E-195	421	26278	25115
2024	E-195	451	28147	26902
2025	E-195	483	30150	28816
2026	E-195	518	32296	30866
2027	E-195	555	34594	33063
2028	E-195	594	37055	35415
2029	E-195	636	39692	37935
2030	E-195	682	42516	40634
2031	E-195	730	45541	43526
2032	E-195	782	48782	46623
2033	B737-400	700	52253	49940

(Sumber : hasil analisa)

5.3 Peak Hour Rencana Pesawat

Dari tabel 5.3 dan 5.4 jumlah pergerakan yang didapat data berupa volume tahunan, dimana volume tahunan merupakan akumulasi dari volume tiap jam dengan nilai yang bervariasi. Dalam data tahunan terdapat nilai maksimum dari tiap bulan hingga tiap jam. Nilai maksimum ini merupakan jumlah pergerakan pesawat dan penumpang terbanyak yang dicapai dalam 1 jam atau 60 menit.

Dari data pergerakan tahunan akan disesuaikan menjadi data pada jam puncak. Proses penyesuaian ini akan

menghasilkan data *peak hour* rencana. Untuk mendapatkan volume jam puncak maka perlu melakukan perhitungan terhadap volume pergerakan pesawat untuk keberangkatan menurut *Japan International Cooperation Agency* (JICA).

Perhitungan jam puncak dihitung pertahun guna mendapatkan kebutuhan panjang *runway*, yang dalam hal ini direncanakan pembangunan dibagi menjadi 2 fase per 10 tahun rencana. Sebagai contoh perhitungan di bawah ini data yang digunakan adalah pergerakan pesawat pada tahun 2029 dengan pesawat E-195.

$$a. \quad Md = \frac{My}{365}$$

$$Md = \frac{636}{365} \quad Md = 1,74 \approx 2 \text{ pergerakan}$$

$$b. \quad Cp = \frac{1,38}{\sqrt{Md}}$$

$$Cp = \frac{1,38}{\sqrt{2}} \quad Cp = 0,97$$

$$c. \quad Mp = Md \times Cp$$

$$Mp = 2 \times 0,97$$

$$Mp = 1,94 \approx 2 \text{ pergerakan}$$

dimana:

Cp = Faktor jam puncak

Md = Pergerakan pesawat udara harian

Mp = Pergerakan pesawat jam puncak

My = Pergerakan pesawat tahunan

Untuk selanjutnya hasil perhitungan ditampilkan dalam

bentuk tabel 5.6 berikut:

Tabel 5.6 Prediksi Volume Jam Puncak Pesawat

Tahun	Jam Puncak (pergerakan)	Jenis Pesawat
2013	2	ATR72-500
2018	3	ATR72-500
2023	2	E-195
2028	2	E-195
2033	2	B737-400

(Sumber : hasil analisa)

5.4 Perencanaan *Runway*

Berdasarkan analisa kapasitas penumpang pada tahun rencana di atas, digunakan pesawat rencana yang akan beroperasi pada Bandara Blimbingsari. Oleh karena itu perlu adanya peningkatan terhadap *runway* dan fasilitasnya.

Saat ini Bandara Blimbingsari merupakan bandara non instrument, jadi tidak memungkinkan untuk dilakukan pergerakan pesawat pada malam hari. Pada perencanaan tugas akhir ini, bandara nantinya akan direncanakan menjadi bandara instrument, sehingga memungkinkan untuk digunakan pergerakan pesawat pada malam hari.

Analisis panjang *runway* dibagi menjadi 2 fase pembangunan. Fase 1 dihitung selama periode 10 tahun pertama dari umur rencana, yaitu direncanakan untuk melayani jenis pesawat terbesar Embraer E-195. Sedangkan fase 2 di hitung selama periode 10 tahun kedua dari umur rencana, direncanakan untuk melayani jenis pesawat terbesar B737-400.

5.4.1 Perencanaan *Runway* Fase 1

Untuk perencanaan panjang *runway* fase 1 dihitung berdasarkan pesawat rencana terbesar yang akan beroperasi dari tahun 2023-2032 yaitu Embraer E-195. Data teknisnya sebagai berikut:

- ARFL	: 2.179 m
- Wingspan	: 28,72 m
- Length	: 38,65 m
- MTOW	: 48.790 kg
- OMGWS	: 5,1 m

Berdasarkan kode pengklasifikasian panjang landasan sesuai ketentuan *Aerodrome Reference Code* (ARC), karakteristik pesawat Embraer E-195 termasuk dalam kode 4C. Kode 4 untuk ARFL lebih dari 1800 meter dan kode C untuk pesawat yang memiliki *wingspan* antara 24 meter – 36 meter.

Untuk menentukan panjang *runway* terkoreksi maka diperlukan perhitungan koreksi ARFL terhadap elevasi, temperatur, dan kemiringan. Data kondisi lapangan adalah sebagai berikut:

- Elevasi	: 25,66 mdpl
- Gradien efektif	: 0,8 %

1. Koreksi Elevasi

Faktor koreksi elevasi (Fe), ARFL bertambah sebesar 7% untuk setiap kenaikan 300 meter dihitung dari ketinggian permukaan air laut. Berikut perhitungannya:

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

$$Fe = 1 + 0,07 \frac{25,66}{300} = 1,006 \text{ meter}$$

2. Koreksi Temperatur

Faktor koreksi temperatur (F_t) untuk memperhitungkan panjang *runway* terhadap temperatur sebesar 1% untuk setiap kenaikan 1°C. Sedangkan untuk setiap kenaikan 1.000 meter dari permukaan air laut rata-rata temperatur berkurang sebesar 6,5°C. Sebagai standarnya dipilih temperatur 15°C di atas permukaan air laut.

Dari data tabel 4.8 dapat dilihat temperatur tertinggi yang terjadi yaitu pada bulan Maret tahun 2012 yaitu sebesar 34°C. Maka perhitungan F_t sebagai berikut:

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

$$F_t = 1 + (0,01 \times (34 - (15 - 0,0065 \times 22,56)))$$

$$F_t = 1,192 \text{ meter}$$

3. Faktor koreksi kemiringan (F_s) sebesar 10% untuk setiap kemiringan 1%. Kemiringan ke atas memerlukan landasan yang lebih panjang dibanding kemiringan datar atau menurun. Berikut perhitungan F_s :

$$F_s = 1 + 0,1S$$

$$F_s = 1 + 0,1 \times 0,8\%$$

$$F_s = 1,0008 \text{ meter}$$

Dari beberapa perhitungan koreksi di atas maka dapat ditentukan panjang *runway* dari hasil konversi ARFL sebagai berikut:

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

$$2.179 = \frac{L_r}{1,006 \times 1,192 \times 1,0008}$$

$$Lr = 2.179 \times 1,006 \times 1,192 \times 1,0008$$

$$Lr = 2.615 \text{ meter}$$

Dari hasil perhitungan di atas, panjang *runway* pada fase 1 adalah 2.615 meter.

5.4.2 Perencanaan *Runway* Fase 2

Untuk perencanaan panjang *runway* fase 2 dihitung berdasarkan pesawat rencana terbesar yang akan beroperasi mulai tahun 2033 yaitu Boeing B737-400. Data teknisnya sebagai berikut:

- ARFL	: 2.540 m
- Wingspan	: 28,9 m
- Length	: 38,5 m
- MTOW	: 62.900 kg
- OMGS	: 5,23 m

Untuk mendapatkan panjang *runway* digunakan beberapa faktor koreksi dari perhitungan sebelumnya. Hanya pada perhitungan konversi ARFL digunakan nilai ARFL sesuai pesawat rencana. Berikut perhitungannya:

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

$$2.540 = \frac{Lr}{1,006 \times 1,192 \times 1,0008}$$

$$Lr = 2.540 \times 1,006 \times 1,192 \times 1,0008$$

$$Lr = 3.049 \text{ meter}$$

Dari hasil perhitungan di atas, panjang *runway* pada fase 2 adalah 3.049 meter.

5.4.3 Penentuan Lebar *Runway*

Berdasarkan *Aerodrome Reference Code* (ARC) dari jenis pesawat di atas, maka untuk menentukan lebar *runway* rencana minimum ICAO sesuai tabel 2.1. Pada perencanaan fase 1 kode ARC 4C, diperoleh lebar *runway* 45 meter dengan dilengkapi bahu, dengan lebar total *runway* dan bahu minimal adalah 60 meter. Untuk perencanaan fase 2 kode ARC masih sama yaitu 4C, maka lebar *runway* 45 meter, dengan lebar total dengan bahu minimum 60 meter.

5.4.4 Kemiringan Memanjang *Runway*

Kemiringan memanjang (*longitudinal slope*) merupakan kemiringan memanjang hasil pembagian antara ketinggian maksimum dan minimum garis tengah sepanjang *runway*. ICAO memiliki beberapa standar kemiringan untuk tiap kode ARC. Sesuai tabel 2.5 didapat kriteria perencanaan kemiringan memanjang untuk kode 4C, sebagai berikut:

- Kemiringan memanjang efektif adalah 1%
- Kemiringan memanjang maksimum adalah 1,25%
- Perubahan kemiringan per 30 meter adalah 0,1%
- Kemiringan memanjang pada $\frac{1}{4}$ ujung landasan tidak boleh lebih dari 0,8%.

5.4.5 Kemiringan Melintang *Runway*

Kemiringan melintang *runway* yang direncanakan agar *runway* tersebut bebas dari genangan air yang mungkin terjadi. Untuk menjamin pengaliran air permukaan yang berada di atas landasan, maka perlu kemiringan melintang untuk landasan dengan kode huruf D adalah sebesar 1,5 % sesuai point 2.5.3.3 (a).

5.4.6 Strip Landasan (*Runway Strip*)

Strip landasan telah ditetapkan ICAO sebagaimana pada tabel 2.6, sebagai berikut:

1. Jarak minimum dari ujung landasan adalah 60 meter
2. Lebar strip landasan untuk tipe landasan instrumen adalah 300 meter
3. Lebar area yang diratakan untuk tipe landasan instrumen adalah 150 meter
4. Kemiringan memanjang maksimum untuk area yang diratakan sebesar 1,5%
5. Kemiringan melintang maksimum untuk area yang diratakan sebesar 2,5%

5.4.7 Stopway dan Clearway

Stopway disediakan di ujung *runway* di mana pesawat terbang dapat dihentikan jika terjadi *aborted take-off*. Dari tabel 2.2 didapat dimensinya 60 meter untuk panjang dan 45 meter untuk lebarnya.

Clearway disediakan di ujung *runway* sehingga pesawat yang sedang *take-off* dapat mencapai ketinggian awal 35 ft (10,7 meter) di atas permukaan pada ujung *runway*. Panjang *clearway* tidak boleh lebih dari setengah dari panjang *runway*, yaitu kurang lebih 1500 meter.

5.4.8 Runway End Safety Area (RESA)

RESA harus disediakan di ujung *runway strip*, untuk melindungi pesawat terbang pada saat *undershooting* atau *overrunning runway*, dan memperlancar pergerakan kendaraan penyelamat dan pemadam kebakaran.

Dimensi *RESA* adalah sebesar 90 m untuk panjang minimum dimana *runway* yang terhubung dengan area ini digunakan oleh pesawat terbang dengan nomor kode 3 atau 4. Sedangkan lebar *RESA* tidak boleh kurang dari dua kali lebar *runway* yang ada.

5.5 Perencanaan Perkerasan *Runway*

5.5.1 *Annual Departure Pesawat*

Pada perencanaan perkerasan *runway* diperlukan data *annual departure* yaitu data jumlah kedatangan pesawat yang menggunakan *runway* tersebut yang akan dikonversi ke dalam data pesawat rencana terbesar pada akhir tahun rencana. Dalam hal ini jumlah kedatangan pesawat diasumsikan setengah dari jumlah total pergerakan pesawat per tahunnya, karena bandara masih melayani satu rute penerbangan.

Tabel 5.7 *Annual Departure* Pesawat ATR72-500

Tahun	Tahun ke-	<i>Annual Departure</i>
2014	1	341
2015	2	366
2016	3	391
2017	4	419
2018	5	449
2019	6	481
2020	7	515
2021	8	552
2022	9	591

(Sumber : hasil analisa)

Tabel 5.8 *Annual Departure* Pesawat Embraer E-195

Tahun	Tahun ke-	<i>Annual Departure</i>
2023	10	211
2024	11	226
2025	12	242
2026	13	259
2027	14	278
2028	15	297
2029	16	318
2030	17	341
2031	18	365
2032	19	391

(Sumber : hasil analisa)

Dari tabel 5.8 di atas dapat diketahui jumlah *annual departure* untuk 2 tipe pesawat yaitu ATR72-500 sebesar 591 pergerakan dan Embraer E-195 sebesar 391 pergerakan. Beberapa poin yang telah disebutkan sebelumnya di atas bahwa pesawat terbesar yang direncanakan mampu dilayani oleh *runway* Bandara Blimbingsari adalah Boeing B737-400. Oleh sebab itu untuk perhitungan tebal perkerasan nantinya menggunakan data pesawat ini. Hal ini dimaksudkan supaya pengembangan *runway* dalam 2 fase selama tahun rencana tersebut hanya dilakukan perpanjangan *runway*, karena tebal perkerasan sudah direncanakan untuk pesawat terbesar rencana.

5.5.2 Perhitungan Tebal Perkerasan Dengan Metode FAA

Dalam perencanaan perkerasan landasan harus didesain secara tepat, sebab permukaan landasan harus bebas dari yang dapat membahayakan pergerakan pesawat pada landasan.

Perhitungan tebal perkerasan dengan metode FAA dengan cara manual didapat dengan meng-plot ke grafik.

Tabel 5.9 Data Tipe Pesawat

Pesawat	MTOW (kg)	<i>Annual Departure</i>
ATR72-500	22800	591
E-195	48790	391

(Sumber : hasil analisa)

Dari data pada tabel 5.9 di atas, dilakukan pengkonversian dari masing – masing tipe roda pendaratan pesawat yang dilayani ke tipe roda pesawat rencana (R_2) dengan persamaan:

$$R_2 = \text{Annual departure} \times \text{faktor konversi}$$

1. Pesawat ATR72-500

$$R_2 = 591 \times 1$$

$$R_2 = 591 \text{ pesawat}$$

2. Pesawat E-195

$$R_2 = 391 \times 1$$

$$R_2 = 391 \text{ pesawat}$$

Langkah selanjutnya adalah menghitung beban satu roda pada main gear dengan menganggap beban pada main gear 95% dari MTOW pesawat dengan persamaan :

$$W_2 = \text{MTOW} \times 0,95 \times 1/n$$

1. Pesawat ATR72-500

$$W_2 = 22800 \times 0,95 \times \frac{1}{2}$$

$$W_2 = 10830 \text{ kg}$$

2. Pesawat E-195

$$W_2 = 48790 \times 0,95 \times \frac{1}{2}$$

$$W_2 = 23175,25 \text{ kg}$$

Setelah didapatkan nilai W , lalu menghitung R_1 (*Equivalent Annual Departure*) terhadap pesawat rencana, sebagai berikut:

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

1. Pesawat ATR72-500

$$\text{Log}R_1 = (\text{Log}591) \times \left(\frac{10.830}{29.877,5} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\text{Log}R_1 = 1,66867$$

$$R_1 = 48,828 \approx 49 \text{ pesawat}$$

2. Pesawat E-195

$$\text{Log}R_1 = (\text{Log}391) \times \left(\frac{23.175,25}{29.877,5} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\text{Log}R_1 = 2,28299$$

$$R_1 = 191,864 \approx 192 \text{ pesawat}$$

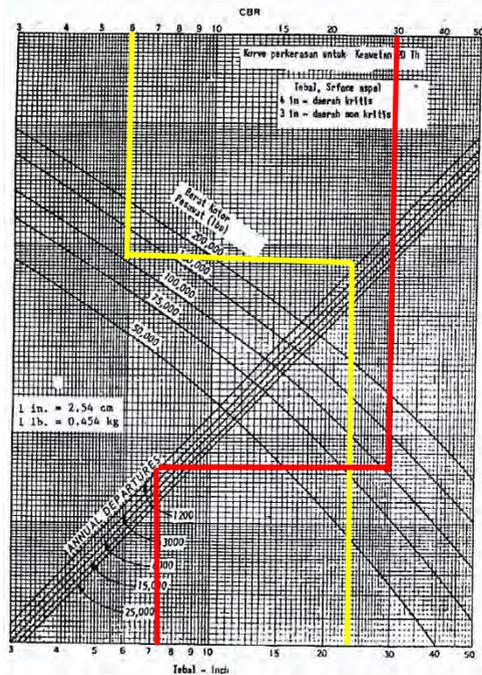
Dari perhitungan *Equivalent Annual Departure* untuk pesawat B737-400 adalah:

$$\sum R_1 = 49 + 192 = 241 \text{ pesawat}$$

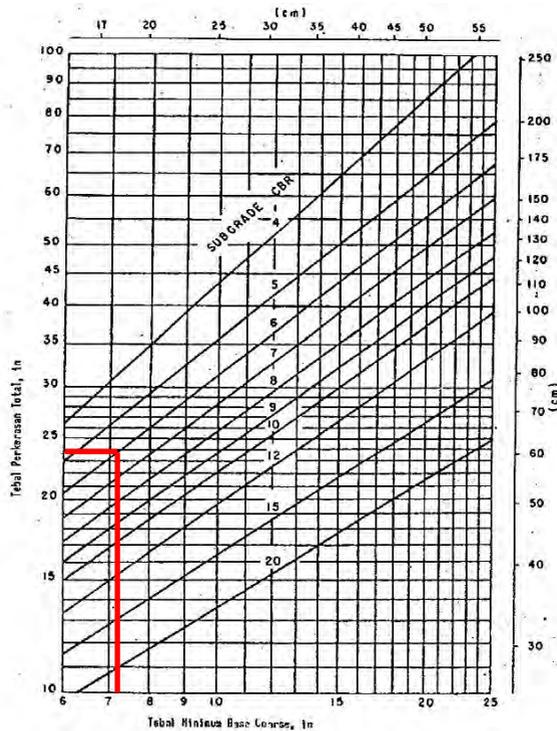
Untuk menentukan tebal lapis perkerasan diperlukan data sebagai berikut :

- Nilai CBR subbase 35%
- Nilai CBR subgrade 6%
- Equivalent annual departure* 241 pesawat
- MTOW 48,790 kg (107.467 lbs)

Selanjutnya data tersebut diplotkan ke dalam grafik gambar 5.1 dan 5.2 untuk mendapatkan tebal perkerasan rencana.



Gambar 5.1 Kurva Tebal Perkerasan Lentur



Gambar 5.2 Kurva Tebal *Base Coarse*

Dari grafik gambar 5.1 (garis kuning) didapat tebal minimal perkerasan total yaitu 24 inch (60 cm).

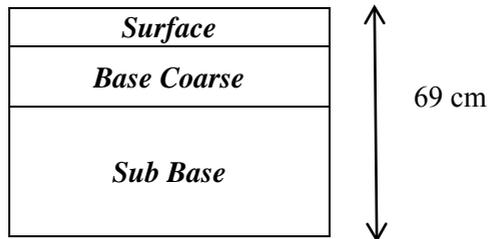
a. Tebal *subbase*

Dari plot grafik gambar 5.1 (garis merah) dengan nilai CBR 35%, diperoleh ketebalan 7,5 inch (19 cm). Maka ketebalan *subbase* adalah : $(60 - 19) \text{ cm} = 41 \text{ cm}$.

b. Berdasarkan grafik pada gambar 5.1 untuk ketebalan lapis *surface* daerah kritis adalah 4 inch (10 cm), sedangkan daerah non kritis 3 inch (7,5 cm).

- c. Berdasarkan grafik pada gambar 5.2 untuk ketebalan minimum *base coarse* adalah 7,1 inch (18 cm).

Maka untuk susunan lapis perkerasan menurut metode FAA dapat dilihat pada gambar 5.3 berikut :



Gambar 5.3 Lapisan Perkerasan Lentur

FAA memperbolehkan perubahan tebal perkerasan pada permukaan sebagai berikut :

- Tebal penuh pada seluruh daerah kritis, yang digunakan untuk pesawat yang akan berangkat, seperti bagian tengah *runway*.
- Tebal perkerasan 0.7T pada daerah yang jarang dilalui pesawat, seperti tepi luar *taxiway* dan tepi luar *runway*. Faktor pengali 0,7T untuk lapisan *base coarse*.

5.6 Perencanaan *Taxiway*

Suatu pesawat saat berada pada *taxiway* atau akan keluar dari *taxiway* menuju *runway*, kecepatannya tidak lebih besar seperti saat melakukan aktivitas pada *runway*. Oleh karena itu, beberapa ketentuan yang ada untuk merancang *taxiway* tidak terlalu ketat seperti pada perencanaan landasan. Namun, perencanaan *taxiway* harus tepat agar tidak mengganggu aktivitas pada *runway* dan tidak menyebabkan waktu tunda

untuk aktivitas antar pesawat. Pada perencanaan *taxiway* roda terluar dari pesawat rencana yang menggunakan *taxiway* harus bebas dari hambatan. Untuk tebal perkerasan dan kekuatan *taxiway* nilainya sama dengan perkerasan *runway*, sesuai ketentuan SKEP 77-VI-2005 Dirjen Perhubungan poin 2.2.6.

5.6.1 Dimensi *Taxiway*

Berdasarkan penjelasan pada point 2.5.5.1, bahwa penentuan dimensi *taxiway* telah memiliki nilai minimum seperti ketentuan SKEP 77-VI-2005 Dirjen Perhubungan. Dimensi *taxiway* untuk pengembangan fase 1 dan 2 dapat dilihat pada tabel 2.12 untuk kode huruf D, lebar *taxiway* untuk pesawat dengan roda dasar kurang dari 18 m adalah sebesar 15 m dan jarak bebas minimum dari sisi terluar roda utama dengan tepi *taxiway* adalah 3 m. Sedangkan jarak antara garis tengah *runway* terhadap garis tengah *taxiway* untuk landasan instrument menurut SKEP 77-VI-2005 Dirjen Perhubungan adalah 176 meter.

5.6.2 Bahu *Taxiway*

Pada *taxiway* juga harus dilengkapi dengan bahu di setiap sisinya, sama halnya dengan *runway*. Lebar minimum bahu *taxiway* pada ketentuan di tabel 2.10 sudah termasuk lebar *taxiway* sebesar 15 m yang diperoleh dari penetapan dimensi *taxiway* point. Berdasarkan ketentuan SKEP 77-VI-2005 Dirjen Perhubungan, untuk kode huruf D memiliki lebar minimum bahu *taxiway* sebesar 25 m. Sehingga, lebar bahu *taxiway* tiap sisinya adalah 5 meter.

5.6.3 Kemiringan Memanjang *Taxiway*

Berdasarkan ketentuan SKEP 77-VI-2005 Dirjen Perhubungan pada tabel 2.11, didapatkan kemiringan memanjang maksimum *taxiway* sebesar 1,5 %, dan perubahan

maksimum kemiringan adalah 1% per 30 meter, serta jari – jari peralihan minimum 3000 meter.

5.6.4 Kemiringan Melintang *Taxiway*

Perencanaan kemiringan melintang suatu *taxiway* harus dapat mencegah genangan air pada permukaannya dan tidak kurang dari 1%. Dari ketentuan SKEP 77-VI-2005 Dirjen Perhubungan pada tabel 2.12 didapatkan kemiringan melintang untuk kode huruf C adalah 1,5 %.

5.6.5 *Taxiway Strips*

Pada permukaan landasan harus direncanakan agar air dapat mengalir lancar ke tepi landasan oleh sebab itu untuk area yang diratakan harus memiliki maksimum kemiringan ke atas yang diratakan yaitu kemiringan melintang berbatasan dari permukaan *taxiway* yang tidak horizontal sebesar 2,5 % dan kemiringan kebawah tidak mencapai 5% dari ukuran horizontal sesuai tabel 2.13, serta jarak minimum bagian tengah strip dengan garis tengah *taxiway* sejauh 12,5m. Agar pesawat dapat berhenti penuh sebelum melalui persimpangan dengan pesawat lain maka perlu memenuhi ketentuan jarak lurus setelah belok, dimana untuk kode huruf C sebesar 75 m sesuai tabel 2.14.

5.6.6 *Fillet Taxiway*

Bagian dari perkerasan *runway* yang disediakan dengan tujuan untuk memfasilitasi beloknya pesawat saat akan masuk atau keluar dari *runway*. Dimensi *fillet* sesuai tabel 2.15 dan 2.16 didapat nilai R adalah 30 meter, penjang peralihan ke *fillet* adalah 45 meter.

5.7 Perencanaan *Apron*

Apron merupakan fasilitas sisi udara yang melayani terminal sehingga harus dirancang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik terminal yang menggunakan *apron* tersebut.

Dalam perencanaan sebuah *apron* diharapkan ukuran pelataran parkir pesawat harus dapat melayani arus lalu lintas maksimum yang diperlukan. Perencanaan *apron* ini juga dihitung dalam 2 fase pembangunan, berdasarkan jumlah pesawat rencana maksimum dalam jam puncak.

5.7.1 Jumlah Pesawat Dalam *Apron*

Perhitungan kebutuhan apron menurut JICA (*Japan International Cooperation Agency*), dengan ekstra tambahan 1 pesawat adalah sebagai berikut:

a. Fase 1, tahun 2013-2023

$$N = \frac{C \times T}{60} + A$$

$$N = \frac{2 \times 30}{60} + 1$$

$$N = 2$$

b. Fase 2, tahun 2023-2033

$$N = \frac{C \times T}{60} + A$$

$$N = \frac{2 \times 30}{60} + 1$$

$$N = 2$$

dimana:

N = Jumlah pesawat yang parkir di *apron*

C = Pergerakan pesawat pada jam sibuk

T = Waktu pesawat di *apron* (30-60 menit)

A = Cadangan pesawat

5.7.2 Dimensi Apron

Untuk dimensi *apron* tergantung pada jenis pesawat yang menggunakan area tersebut. Beberapa perhitungan panjang dan lebar *apron* berdasarkan jenis pesawat yang beroperasi adalah sebagai berikut:

- a. Kebutuhan *apron* untuk pengembangan fase 1, dengan pesawat rencana terbesar Embraer E-195. Perhitungannya sebagai berikut:

$$P_1 = G \times 2R + G \times C$$

$$L_1 = L + C + W$$

Dimana:

$$\begin{aligned} R &= (\text{wingspan} / 2) + (\text{wheel base} / \text{tg } 60^\circ) \\ &= (28,72 / 2) + (5,1 / \text{tg } 60^\circ) \\ &= 17,3 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} G &= \text{jumlah pesawat dalam } \textit{apron} + 1 \text{ pesawat cadangan} \\ &= 2 + 1 \\ &= 3 \text{ pesawat} \end{aligned}$$

$$C = \text{clearance antar pesawat } 7,5 \text{ meter}$$

$$W = \text{wheel base pesawat } 5,1 \text{ meter}$$

$$L = \text{panjang pesawat } 38,65 \text{ meter}$$

$$\begin{aligned} P_1 &= (3 \times 2 \times 17,3) + (3 \times 7,5) \\ &= 126,4 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$L_1 = 38,65 + 7,5 + 5,1$$

$$= 51,25 \text{ meter}$$

Jadi kebutuhan *apron* untuk pembangunan fase 1 adalah $126,4 \times 51,25$ meter, lebih besar daripada dimensi *apron* eksisting yaitu 120×40 meter. Maka digunakan dimensi *apron* sesuai hitungan rencana.

- b. Kebutuhan *apron* untuk pengembangan fase 2, dengan pesawat rencana terbesar Boeing B737-400. Perhitungannya sebagai berikut:

$$P_2 = G \times 2R + G \times C$$

$$L_2 = L + C + W$$

Dimana:

$$\begin{aligned} R &= (\text{wingspan} / 2) + (\text{wheel base} / \text{tg } 60^\circ) \\ &= (28,9 / 2) + (5,23 / \text{tg } 60^\circ) \\ &= 17,5 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} G &= \text{jumlah pesawat dalam } \textit{apron} + 1 \text{ pesawat cadangan} \\ &= 2 + 1 \\ &= 3 \text{ pesawat} \end{aligned}$$

$$C = \text{clearance antar pesawat } 7,5 \text{ meter}$$

$$W = \text{wheel base pesawat } 5,23 \text{ meter}$$

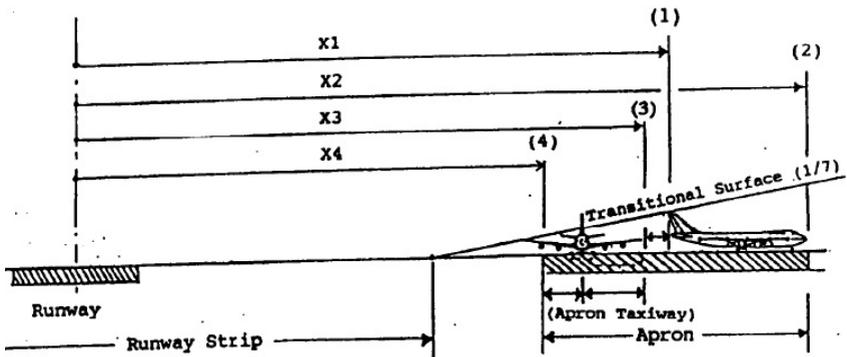
$$L = \text{panjang pesawat } 38,5 \text{ meter}$$

$$\begin{aligned} P_2 &= (3 \times 2 \times 17,3) + (3 \times 7,5) \\ &= 127,4 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_2 &= 38,65 + 7,5 + 5,1 \\ &= 51,25 \text{ meter} \end{aligned}$$

Kebutuhan *apron* untuk pembangunan fase 2 adalah $127,4 \times 51,25$ meter. Jadi dimensi *apron* pada akhir tahun rencana adalah panjang = $P_1 + P_2 = 253,8$ meter, lebar 51,25 meter, dengan asumsi pengembangan *apron* dari fase 1 ke fase 2 dibangun searah memanjang *apron*.

Setelah itu *apron* masih perlu dilakukan koreksi jarak aman terhadap *runway*. Pada gambar 5.4 berikut perhitungannya menurut SKEP 77-VI-2005 Dirjen



Perhubungan:

Gambar 5.4 Jarak *apron* terhadap *runway*

Dimana:

- X_1 = Posisi maksimum dari ekor pesawat sampai garis tengah *runway*
- X_2 = Posisi dari garis tengah *runway* sampai bangunan terminal ($X_2 = X_1 +$ panjang maksimum pesawat)
- X_3 = Posisi ujung sayap pesawat yang berada disisi bangunan terminal sampai garis tengah *runway* ($X_3 = X_1 -$ jarak antar dua pesawat)

X_4 = Posisi ujung dari parkir pesawat sampai dengan garis tengah *runway* ($X_4 = X_3 - \text{lebar maksimum pesawat}/2$)

X_2 berdasarkan layout bandara jarak gedung terminal eksisting terhadap garis tengah *runway* adalah 190 meter.

X_1 = $X_2 - \text{panjang maksimum pesawat}$
 = 190 m – 36,5 m (panjang B737-400)
 = 153,5 m

X_3 = $X_3 - \text{jarak antar dua pesawat}$
 = 153,5 m – 7,5 m
 = 146 m

X_4 = $X_3 - \text{lebar maksimum pesawat}/2$
 = 146 m – (28,9 m / 2)
 = 131,55 m

Dari hasil koreksi didapatkan jarak minimal *apron* terhadap garis tengah *runway* adalah 131,55 meter. Sedangkan jarak *taxiway* terhadap garis tengah *runway* adalah 176 meter. Maka hasil dari koreksi ini dapat diabaikan karena posisi *apron* yang bersebelahan dengan *taxiway* sudah aman.

Selanjutnya dilakukan koreksi jarak aman terhadap *transitional surface* sebagai berikut:

- X_4 sesuai posisi *apron* yang aman 176 m dari garis tengah *runway*.
- *Runway strip* 150 m

Maka $X_4 - \text{runway strip} = 176 \text{ m} - 150 \text{ m} = 26 \text{ m}$.

- Panjang *apron* 51,25 m
- Panjang pesawat 36,5 m

Maka panjang *apron* – panjang pesawat = 14,75 m

- *transitional surface* 1/7 = tinggi pesawat : (14,75 m + 26 m)
- 0,142 = tinggi pesawat : 40,75 m
- tinggi pesawat = 5,78 m

Dari perhitungan didapatkan tinggi pesawat terhadap *transitional surface* adalah 5,78 m, sedangkan tinggi pesawat B737-400 adalah 11,13 m. Maka posisi *apron* perlu dilakukan penyesuaian ulang.

- *transitional surface* 1/7 = 11,13 m : x
- 0,142 = 11,13 m : x
- x = 78,5 m

Maka posisi *apron* setelah penyesuaian *transitional surface* harus digeser sejauh 40 m dari *taxiway*, dengan asumsi panjang tersebut sudah mewakili panjang pesawat B737-400 dengan ditambah *space* untuk jarak aman.

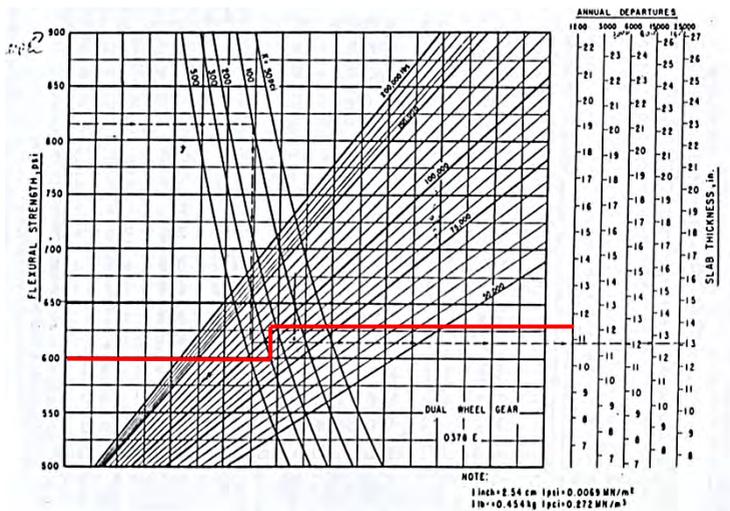
5.7.3 Perkerasan *Apron*

Diasumsikan bahwa bahan *subbase* kategori baik yaitu sebesar 250 Pci dan mutu beton rencana yang akan digunakan adalah K-250. Dimana untuk K-250 = $250 \text{ kg/cm}^2 = 250 \times 14,22 \text{ lb/in}^2 = 3555 \text{ P si}$, sehingga kuat lendut yang terjadi adalah:

$$\begin{aligned} MR &= K \times (fc')^{1/2} \quad (K = \text{konstanta diambil } K = 10) \\ MR &= 10 \times (3555)^{1/2} \\ &= 596,238 \text{ Psi} \end{aligned}$$

Setelah didapat nilai MR (*Modulus of Rupture* atau modulus keruntuhan) lalu diplotkan pada grafik gambar 5.5 berikut :

- MR sebesar 596,238 Psi
- MTOW sebesar 48,790 kg (107.467 lbs)
- Pergerakan tahunan sebesar 241 pesawat
- Subbase 250 Pci
- Subgrade CBR 6%



Gambar 5.5 Kurva Tebal Perkerasan Kaku

Dari grafik gambar 5.5 di atas didapatkan tebal perkerasan kaku minimal untuk apron adalah 11,5 inch atau

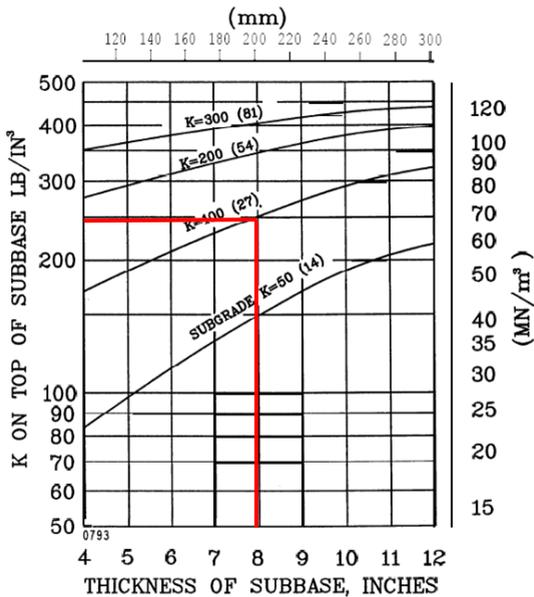
29,2 cm. Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mendapatkan tebal *subbase* dari nilai modulus *K subgrade*.

$$k = \left(\frac{1500 \div CBR}{26} \right)^{0,7788}$$

$$k = \left(\frac{1500 \div 6}{26} \right)^{0,7788}$$

$$k = 95 \text{ Pci}$$

Dari perhitungan di atas didapatkan nilai *k* dari *subgrade* berdasarkan nilai CBR-nya adalah sebesar 95 Pci. Lalu hasil tersebut diplotkan ke dalam grafik gambar 5.6.



Gambar 5.6 Kurva Tebal *Subbase*

Dari grafik gambar 5.6 didapat nilai tebal *subbase* 8 inch atau 20 cm.

5.8 Marka Pada *Runway* Dan *Taxiway*

5.7.1 Marka Pada *Runway*

a. *Marking* Tepi Landasan

Suatu garis berwarna putih yang terdapat di sepanjang kiri – kanan tepi pada awal sampai dengan akhir *runway*. Berbentuk garis tepi sepanjang landasan dengan lebar garis sesuai ketentuan yaitu 0,9 meter untuk *runway* dengan lebar \geq 30 meter.

b. Nomor *Runway*

Untuk nomor landasan disesuaikan dengan nomor landasan yang ada pada *runway* Bandara Blimbingsari yaitu 08 dan 26. Kedua angka nomor landasan ini sebagai identitas *runway* yang diberi warna putih dan terletak di antara *threshold* dengan *runway center line marking*.

c. *Threshold*

Tanda berupa garis – garis putih sejajar dengan arah *runway* yang terletak di ujung *runway* sebagai tanda permulaan untuk pendaratan. Dengan lebar landasan sebesar 45 meter diperoleh jumlah strip sebanyak 12 garis dengan banyak celah 10 buah. Serta jarak tepi luar strip terhadap tepi dalam *runway side marking* adalah 0,5 meter.

d. *Runway Centerline Marking*

Tanda berupa garis putus – putus berwarna putih yang terletak di tengah – tengah sepanjang *runway*. *Marking* sumbu landasan terdiri dari garis dan celah dengan ketentuan jumlah panjang *strip* setiap garis dan celah tidak kurang dari 50 meter dan tidak boleh lebih dari 75 meter, dan panjang tiap garis sekurang-kurangnya harus sama dengan panjang celah atau minimum 30 meter.

e. *Aiming Point Marking*

Tanda pada *runway* berupa 2 garis lebar berwarna putih, dengan fungsi menunjukkan tempat pertama roda pesawat diharapkan menyentuh *runway* saat mendarat. Untuk *runway* lebih dari 2400 meter, lokasi *aiming marking* adalah 400 meter dari *threshold*, panjang *strip* 45-60 meter, lebar *strip* 6-10 meter, dan jarak celah antar *strip* bagian dalam adalah 16-22,5 meter.

f. *Touchdown Zone Marking*

Penandaan ini terletak di *runway*, terdiri dari garis - garis berwarna putih berpasangan di kiri – kanan *centerline runway*. Memiliki fungsi sebagai penunjuk panjang landasan yang masih tersedia saat pesawat melakukan pendaratan. Pemarkaan pada zona ini berbentuk persegi panjang dengan panjang *strip* 22,5 meter, lebar *strip* adalah 3 meter pada *strip* tunggal. Sedangkan untuk *strip* ganda memiliki panjang 22.5 meter dan lebar 1.8 meter dengan jarak antar *strip* 1.5 m. Jarak antara tanda satu dengan yang lainnya adalah 150 m. Berdasarkan tabel 2.11 dengan panjang landasan > 2.100 meter maka didapatkan jumlah pasangan sebanyak 6 dengan jumlah garis 3,3,2,2,1,1.

5.7.2 Marka Pada *Taxiway*

Taxiway juga memiliki marka garis sumbu yang terletak ditengah – tengah dan sepanjang *taxiway* sama halnya dengan *runway*. Garis sumbu ini berupa garis berwarna kuning dengan lebar 0,15 meter. Garis tepi *taxiway* yang terletak di sepanjang kedua tepinya menggunakan *single yellow line* dengan lebar garis 0,15 meter karena lebar *taxiway* yang didapat dari perhitungan diatas adalah sebesar 15 meter. Adapula *exit guide line marking* yaitu tanda berupa garis berwarna kuning yang letaknya di persimpangan *runway* dan *taxiway* serta garis ini menghubungkan dengan garis sumbu *taxiway*. Fungsinya memberikan tuntunan keluar masuk

pesawat udara yang sedang *taxi* menuju *runway* ataupun sebaliknya.

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Hal – hal yang dapat disimpulkan dari hasil perhitungan dan perencanaan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Dari hasil analisa ARFL terhadap kondisi eksisting *runway* Bandara Blimbingsari didapatkan panjang minimum seharusnya adalah 1980 meter. Sedangkan kondisi panjang eksisting *runway* adalah 1800 meter, sehingga panjang tersebut kurang memenuhi standar menurut ARFL.
2. Panjang *runway* untuk pengembangan fase 1 adalah 2.615 meter dengan lebar 45 meter. Sedangkan panjang *runway* untuk fase 2 adalah 3.049 meter dengan lebar 45 meter.
3. Kebutuhan dimensi *taxiway* adalah lebar 15 meter untuk tipe *runway* 4C. Jarak *taxiway* dari garis tengah *runway* adalah 176 meter sesuai SKEP 77-VI-2005 Dirjen Perhubungan untuk tipe landasan instrument.
4. Luas *apron* untuk pengembangan fase 1 adalah 91,25 meter \times 126,4 meter. Sedangkan untuk fase 2 adalah 91,25 meter \times 253,8 meter.
5. Tebal perkerasan *runway* dan *taxiway* menurut metode FAA adalah 69 cm. Sedangkan tebal perkerasan kaku di *apron* adalah 29,2 cm.

6.2 Saran

Perencanaan pada Tugas Akhir ini adalah 20 tahun yang dimulai dari tahun 2013. Maka setelah akhir tahun rencana tahun 2033, kebutuhan *runway* dan fasilitas sisi udara pada Bandara Blimbingsari lainnya perlu dievaluasi kembali, mengingat pertumbuhan penumpang maupun pergerakan pesawat nantinya.

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

DAFTAR PUSTAKA

- Annex 14 Aerodromes. 2009. Aerodrome Design and Operations (Volume I).
- Badan Standarisasi Nasional, 2005. SNI 03-7095-2005 Tentang Marka dan Rambu Pada Daerah Pergerakan Pesawat Udara di Bandar Udara.
- Direktorat Jendral Perhubungan Udara. 2004. Standar Manual bagian 139 Aerodrome. Jakarta.
- Horonjeff, R., and F.X. McKelvey. 1988. Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara (Terjemahan), Edisi Ketiga, Jilid 1, Jakarta, Penerbit Erlangga.
- Mochtar, I.B.. 1999. Tata Cara Penulisan Proposal dan Laporan Teknik, Surabaya, Jurusan Teknik Sipil FTSP Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Muttaqin, Aulia. , Wardhani Sartono, Hary Christady. 2009. Analisis Geometrik Fasilitas Sisi Udara Bandar Udara Internasional Lombok (BIL) Nusa Tenggara Barat Jurusan Teknik Sipil UGM. Yogyakarta.
- Permana, Sheellfia Juni. 2013. Studi Perencanaan Pengembangan Landas Pacu dan Landas Hubung Bandara Abdulrachman Saleh Malang. Laporan Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil ITS. Surabaya.

Undang-undang No 15 tahun 1992 tentang Penerbangan dan
PP No. 70 tahun 2001 tentang Kebandarudaraan.

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Bayu Surya Darma Timorranta lahir di Lumajang, 3 Nopember 1989, merupakan anak ketiga dari 4 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal, yaitu di SDN 1 Kencong, SMPN 1 Kencong dan SMAN 2 Luamajang. Setelah lulus SMA tahun 2007, penulis melanjutkan pendidikan di Jurusan Diploma III FTSP – ITS pada tahun 2007. Kemudian penulis melanjutkan studinya melalui program Lintas Jalur S-1 Teknik Sipil FTSP-ITS pada tahun 2012 dan terdaftar dengan NRP. 3111106048. Di Jurusan Teknik Sipil ini penulis mengambil Tugas Akhir pada bidang studi Transporasi. Penulis bisa di hubungi di email: bayusurya.311@gmail.com.