



TUGAS AKHIR – RC1501

**ANALISIS PENGGUNAAN TAXIWAY MENJADI
RUNWAY PADA BANDARA INTERNASIONAL
JUANDA SURABAYA**

ERRYC VENDYARTA ALPRAMANAWIDYA
NRP 3110 100 042

Dosen Pembimbing
Ir. Ervina Ahyudanari, ME, Ph.D

JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



TUGAS AKHIR – RC1501

**ANALISIS PENGGUNAAN TAXIWAY MENJADI
RUNWAY PADA BANDARA INTERNASIONAL
JUANDA SURABAYA**

ERRYC VENDYARTA ALPRAMANAWIDYA
NRP 3110 100 042

Dosen Pembimbing
Ir. Ervina Ahyudanari, ME, Ph.D

JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



FINAL PROJECT – RC1501

**ANALYSIS OF TAXIWAY TO BE USED AS SECOND
RUNWAY AT JUANDA INTERNATIONAL AIRPORT
SURABAYA**

ERRYC VENDYARTA ALPRAMANAWIDYA
NRP 3110 100 042

Supervisor
Ir. Ervina Ahyudanari, ME, Ph.D

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015

**ANALISIS PENGGUNAAN TAXIWAY MENJADI
RUNWAY PADA BANDARA INTERNASIONAL
JUANDA SURABAYA**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Bidang Studi Transportasi
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Oleh :

ERRYC VENDYARTA ALPRAMANAWIDYA
NRP. 3110 100 042

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing



Ir. Ervina Ahyudanari, ME, Ph.D
(NIP. 196902241995122001)

SURABAYA, JANUARI 2015

ANALISIS PENGGUNAAN TAXIWAY MENJADI RUNWAY PADA BANDARA INTERNASIONAL JUANDA SURABAYA

Nama : Erryc Vendyarta Alpramanawidya
Nrp : 3110100042
Jurusan : Teknik Sipil FTSP-ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Ervina Ahyudanari, ME.PhD

ABSTRAK.

Upaya menambah landasan pacu baru di perkirakan memerlukan dana hingga Rp.8 triliun. Proses pembangunan landasan pacu memerlukan waktu yang cukup lama. Selama proses pembangunan ini perlu disiapkan alternatif solusi dalam mengatasi tundaan karena kapasitas runway terbatas.

Data yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah ukuran lebar taxiway, panjang taxiway, jarak taxiway ke runway, jarak taxiway ke apron, dan data-data untuk perhitungan panjang runway. Data yang diperoleh tersebut digunakan untuk analisis jarak antar Taxiway 1 – Runway – Taxiway 2. Setelah itu dievaluasi ketersediaan ruang bebas yang ada, geometri, kekuatan perkerasan, persyaratan teknis landing dan take off.

Hasil analisis menunjukkan bahwa semua persyaratan teknis untuk suatu runway memenuhi syarat. Dengan adanya 2 runway ini delay rata – rata yang terjadi juga berkurang dari 5 menit 37 detik menjadi 2 menit 11 detik.

Kata Kunci: Bandara Internasional Juanda Surabaya,
Runway, Taxiway



“Halaman ini sengaja di Kosongkan”

ANALYSIS OF TAXIWAY TO BE USED AS SECOND RUNWAY AT JUANDA INTERNATIONAL AIRPORT SURABAYA

Name : Erryc Vendyarta Alpramanawidya
Nrp : 3110100042
Department : Civil Engineering FTSP-ITS
Supervisor : Ir. Ervina Ahyudahnari, ME.Phd

ABSTRACT

The process of building the runway requires quite a long time. During this development process there is a need to prepare an alternative solution to overcome the delay due to the limited capacity of the runway.

The data used in this final project is a measurement of the width of the taxiway, taxiway length, distance taxiway to the runway, taxiways distance to the apron, and the data for the calculation of runway length. Such data can be obtained by contacting the PT. Angkasa Pura I as those who manage Juanda International Airport. The data obtained will be used for the analysis of the distance between Taxiway 1 - Runway - Taxiway 2. In subsegment the availability of existing free space, geometry, pavement strength, the technical requirements of the landing and take off. Also need to be evaluated

The analysis showed that all the technical requirements for a runway are fulfilled by Taxiway 2. By adding the second runway the average delay - also reduces from of 5 minutes 37 seconds to 2 minutes 11 seconds

Keywords: Juanda International Airport, Runway, Second Runway, Taxiway



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala limpahan Rahmat, Inayah, Taufik dan Hidayahnya sehingga saya dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisis Penggunaan Taxiway Menjadi Runway Pada Bandara Internasional Juanda”. Adapun Tugas Akhir ini dibuat dengan tujuan untuk memenuhi syarat kelulusan Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sipil FTSP Surabaya. Semoga Tugas Akhir ini dapat dipergunakan sebagai salah satu acuan, petunjuk maupun pedoman bagi pembaca dalam pendidikan. Harapan saya semoga proposal ini membantu menambah pengetahuan dan pengalaman bagi para pembaca.

Dalam kesempatan ini saya mengucapkan terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Ir. Ervina Ahyudanari, ME.,Ph.D. selaku dosen pembimbing
2. Ir.Wahju Herijanto,MT., Budi Rahardjo,ST.MT., Ir.Hera Widyastuti,MT.PhD. selaku dosen penguji.
3. Teman-teman yang telah mendukung dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Saya menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini jauh dari sempurna, baik dari segi penyusunan, bahasan, ataupun penulisannya. Oleh karena itu kami mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun, khususnya dari dosen penguji guna menjadi acuan dalam bekal pengalaman bagi saya untuk lebih baik di masa yang akan datang.

Surabaya, Januari 2015

Erryc Vendyarta
Penyusun



DAFTAR ISI

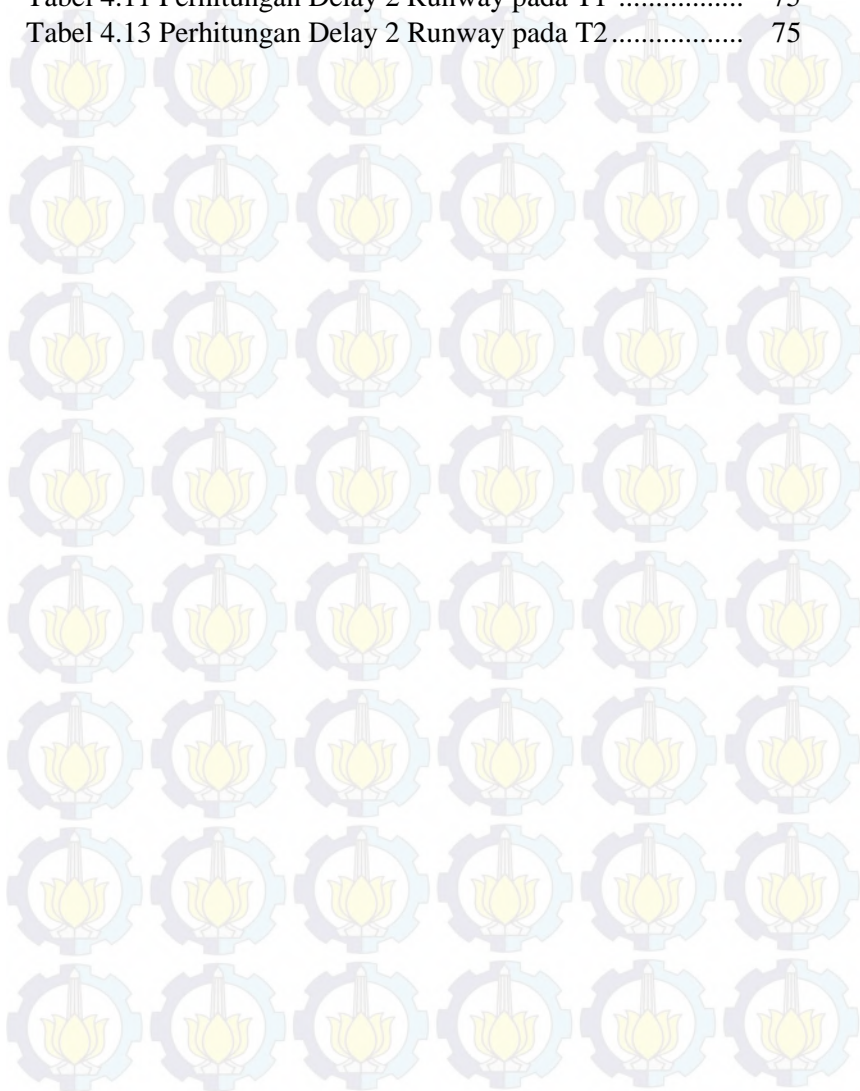
ABSTRAK INDONESIA.....	i
ABSTRAK INGGRIS	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Lokasi Studi.....	5
BAB II STUDI PUSTAKA	7
2.1 Studi Terdahulu	7
2.2 Runway Imaginary Surface	8
2.2.1 Aerodrome Reference Point (ARP).....	9
2.3 Landasan Pacu (Runway).....	10
2.3.1 Konfigurasi Dasar Runway	10
2.3.2 Kapasitas Runway	14
2.3.3 Kebutuhan Panjang Runway	15
2.3.4 Dasar – Dasar Runway	16
2.3.5 Elemen – elemen dari Runway.....	16
2.4 Evaluasi Kekuatan Perkerasan Taxiway	19
2.5 Aturan Pemisahan Pesawat	20
2.6 Marking	22
2.6.1 Marking Landasan.....	23
BAB III METODOLOGI	29
3.1 Umum.....	29

3.2 Identifikasi Masalah	29
3.3 Studi Literature	29
3.4 Pengumpulan dan Pengambilan Data	30
3.5 Diagram Metodologi	31
BAB IV ANALISA DATA	33
4.1 Penentuan Jarak Taxiway dengan Runway	33
4.2 Persyaratan Aerodrome	34
4.3 Persyaratan Kekuatan ACN vs PCN	37
4.3.1 Nilai ACN Pesawat yang beroperasi di Bandara Juanda	37
4.3.2 Nilai PCN Bandara Juanda	39
4.3.3 Perbandingan Nilai PCN dan ACN	40
4.4 Persyaratan Teknis Takeoff dan Landing	40
4.4.1 Kebutuhan Panjang Runway	42
4.4.1.1 Persyaratan Takeoff	42
4.4.1.2 Persyaratan Landing	60
4.4.2 Kebutuhan Lebar Runway	69
4.4.3 Analisis Pergerakan Lintasan Runway	71
4.5 Perhitungan Delay	74
4.6 Marking Landasan	75
BAB V PENUTUP	79
5.1 Kesimpulan	79
5.2 Saran	80
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN	83

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ukuran dimensi standart runway untuk kategori pesawat A dan B	18
Tabel 2.2 Ukuran dimensi standart runway untuk kategori pesawat C, D dan E.....	19
Tabel 2.3 Keterangan PCN	20
Tabel 2.4 Minimum Arrival – Arrival Separation pada Kondisi IMC	21
Tabel 2.5 Minimum Departure – Departure Separation pada Kondisi IMC	22
Tabel 2.6 Minimum Arrival – Arrival Separation pada Kondisi VMC.....	22
Tabel 2.7 Minimum Departure – Departure Separation pada Kondisi VMC.....	22
Tabel 2.8 Jumlah marking pada threshold.....	24
Tabel 2.9 Jumlah marking pada touchdown zone	25
Tabel 4.1 Jenis pesawat yang beroperasi di Bandara Juanda ..	38
Tabel 4.2 ACN Boeing 737.....	38
Tabel 4.3 ACN Airbus A320, A330 dan ATR 72.....	39
Tabel 4.4 MTOW dan MLW Pesawat yang Beroperasi di Juanda	41
Tabel 4.5 Hasil Analisa perhitungan kebutuhan panjang runway.....	69
Tabel 4.6 Kategori pesawat berdasarkan lebar wingspan dan tinggi tail height menurut FAA.....	69
Tabel 4.7 Kategori pesawat berdasarkan kecepatan menurut FAA.....	70
Tabel 4.8 Hasil kategori pesawat jenis boeing menurut FAA.	70
Tabel 4.9 Lebar struktural landasan	71
Tabel 4.10 Analisis Pergerakan Pesawat saat mendarat di Taxiway	73

Tabel 4.10 Perhitungan Delay Menggunakan 1 Runway	74
Tabel 4.11 Perhitungan Delay 2 Runway pada T1	75
Tabel 4.13 Perhitungan Delay 2 Runway pada T2	75

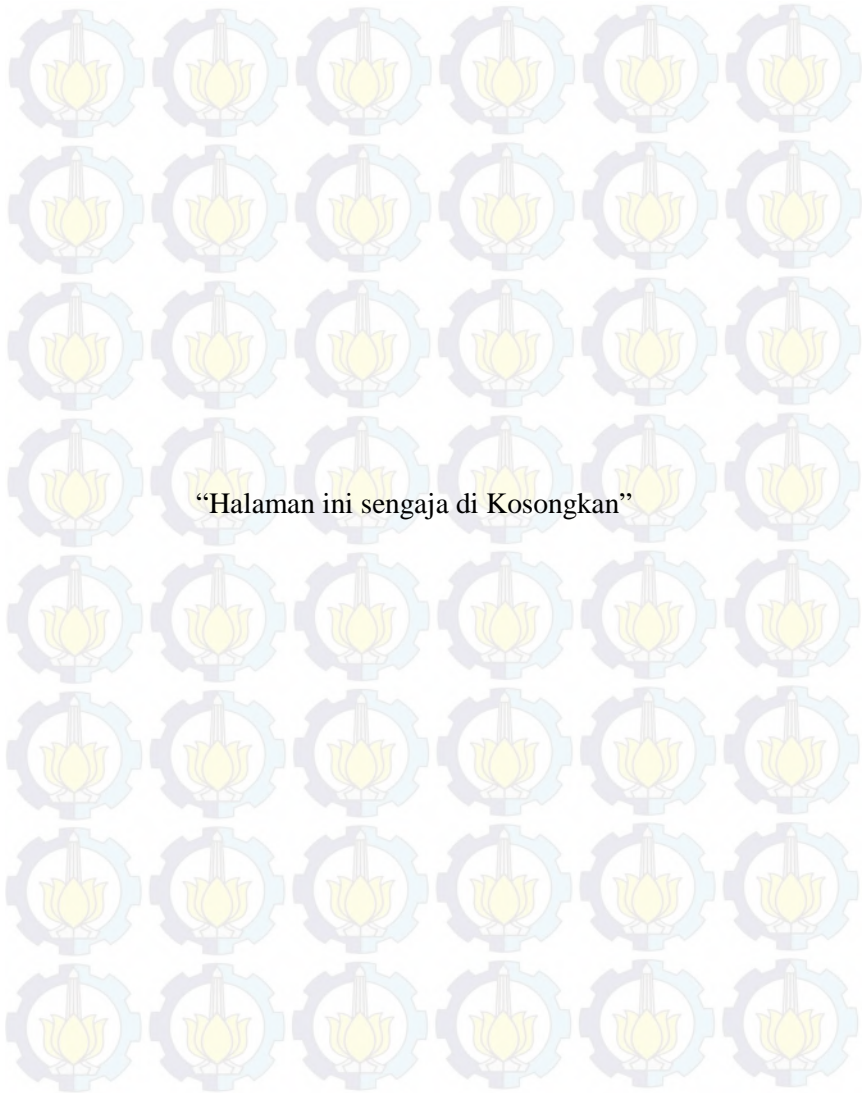


DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Studi.....	5
Gambar 2.1 Runway Imaginary Surface	8
Gambar 2.2 Keterangan Runway Imaginary Surface.....	9
Gambar 2.3 Runway Tunggal	10
Gambar 2.4 Runway Sejajar.....	12
Gambar 2.5 Runway Berpotongan	13
Gambar 2.6 Runway V-Terbuka	14
Gambar 2.7 Safety Area	17
Gambar 2.8 Blast Pad Area	17
Gambar 2.9 Clearway & Stopway	18
Gambar 2.10 Marking	26
Gambar 2.11 Ukuran Marking Runway	26
Gambar 2.12 Ukuran Marking Nomor Runway.....	27
Gambar 4.1 Jarak Antara Taxiway dan Runway pada Bandara Juanda	34
Gambar 4.2 Jarak Antar Taxiway, Runway dan Terminal	35
Gambar 4.3 Jarak Minimum Ruang Bebas Pesawat Ketika Berada di Runway dan Taxiway	35
Gambar 4.4 Jarak Minimum Ruang Bebas Pesawat di Taxiway 2 dengan Pesawat di Apron.....	36
Gambar 4.5 Jarak Minimum Ruang Bebas Pesawat di Taxiway 2 dengan Pesawat di Taxiway Apron..	36
Gambar 4.6 Imaginary Surface untuk Runway Paralel	37
Gambar 4.7 Nilai PCN Bandara Juanda.....	39
Gambar 4.8 Diagram Takeoff Runway Length Boeing 737- 300 Standard Day	42
Gambar 4.9 Diagram Takeoff Runway Length Boeing 737- 300 Standard Day +15°C.....	43
Gambar 4.10 Diagram Takeoff Runway Length Boeing 737- 400 Standard Day	44

Gambar 4.11	Diagram Takeoff Runway Length Boeing 737- 400 Standard Day +15°C	45
Gambar 4.12	Diagram Takeoff Runway Length Boeing 737- 500 Standard Day	46
Gambar 4.13	Diagram Takeoff Runway Length Boeing 737- 500 Standard Day +15°C	47
Gambar 4.14	Diagram Takeoff Runway Length Boeing 737- 800 Standard Day	48
Gambar 4.15	Diagram Takeoff Runway Length Boeing 737- 800 Standard Day +15°C	49
Gambar 4.16	Diagram Takeoff Runway Length Boeing 737- 900 Standard Day	50
Gambar 4.17	Diagram Takeoff Runway Length Boeing 737- 900 Standard Day +15°C	51
Gambar 4.18	Diagram Takeoff Runway Length Airbus 330- 300 Standard Day	52
Gambar 4.19	Diagram Takeoff Runway Length Airbus 330- 300 Standard Day +15°C	53
Gambar 4.20	Diagram Takeoff Runway Length Airbus 330- 200 Standard Day	54
Gambar 4.21	Diagram Takeoff Runway Length Airbus 330- 200 Standard Day +15°C	55
Gambar 4.22	Diagram Takeoff Runway Length Airbus 320- 200 Standard Day	56
Gambar 4.23	Diagram Takeoff Runway Length Airbus 320- 200 Standard Day +15°C	57
Gambar 4.24	Diagram Takeoff Runway Length ATR-72 Standard Day	58
Gambar 4.25	Diagram Takeoff Runway Length ATR-72 Standard Day +15°C	59
Gambar 4.26	Diagram Landing Length Boeing 737-300 flap 40	60

Gambar 4.27 Diagram Landing Lenght Boeing 737-400 flap 40	61
Gambar 4.28 Diagram Landing Lenght Boeing 737-500 flap 40	62
Gambar 4.29 Diagram Landing Lenght Boeing 737-800 flap 30	63
Gambar 4.30 Diagram Landing Lenght Boeing 737-900 flap 30	64
Gambar 4.31 Diagram Landing Lenght Airbus 330-300	65
Gambar 4.32 Diagram Landing Lenght Airbus 330-200	66
Gambar 4.33 Diagram Landing Lenght Airbus 320-200	67
Gambar 4.34 Diagram Landing Lenght ATR-72	68
Gambar 4.35 Jarak Exit Taxiway Landing Runway 10	71
Gambar 4.36 Jarak Exit Taxiway Landing Runway 28	72
Gambar 4.37 Pergerakan Landing Pesawat Boeing pada Runway 10	72
Gambar 4.38 Pergerakan Landing Pesawat Airbus, CRJ, dan ATR 72 pada Runway 10.....	72
Gambar 4.39 Pergerakan Landing Pesawat Boeing pada Runway 28	73
Gambar 4.40 Pergerakan Landing Pesawat Airbus, CRJ, dan ATR 72 pada Runway 28.....	73
Gambar 4.41 Marking Landasan Nomor 28.....	77
Gambar 4.34 Marking Landasan Nomor 10.....	77



“Halaman ini sengaja di Kosongkan”

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Surabaya memiliki potensi sumber daya alam dan buatan yang tinggi, kualitas sumber daya manusia yang maju serta posisi geografis yang strategi. Dengan berbagai kualitas dan potensi yang telah disebutkan, maka Surabaya menjadi salah satu tempat tujuan bagi para investor, imigran, serta wisatawan untuk beraktifitas. Oleh karena itu Surabaya memiliki tingkat interaksi yang tinggi dengan wilayah domestik maupun mancanegara. Tingkat interaksi yang tinggi harus didukung dengan sarana transportasi yang memadai. Karena interaksi yang terjadi tidak hanya bersifat domestik tetapi juga internasional, maka sarana transportasi yang paling efektif adalah melalui transportasi udara. Selama dua tahun terakhir, pengguna jasa penerbangan di Indonesia naik mencapai 19 persen per tahun (Sumber: merdeka.com). Pergerakan penumpang yang begitu signifikan tersebut diikuti oleh pergerakan pesawat. Sehingga di Indonesia sering terjadi delay. Jumlah penumpang pesawat terus tumbuh dan pergerakan pesawat di masing-masing bandara juga terus meningkat. Setiap bandara memiliki keterbatasan kapasitas *runway* dalam melayani jumlah pergerakan pesawat tiap jam. Hal ini mengakibatkan sejumlah bandara yang ada menjadi turun kinerjanya karena kapasitas *runway* yang terbatas (*over capacity*). Menurut situs resmi Angkasa Pura jumlah pengguna Bandar Udara Internasional Juanda sudah mencapai 16,3 juta orang dari kapasitas 6,5 juta orang per tahun. Kelebihan penumpang sekitar 13 persen pertahun akan menghambat pertumbuhan ekonomi di Surabaya. Sebagai langkah antisipasi PT. Angkasa Pura akan membangun gedung terminal baru dan landasan pacu baru yang akan dibangun pada 2015.

Sorotan utama dari suatu bandara adalah *runway*, *taxiway*, serta *apron* yang dapat mengakomodasikan kebutuhan penumpang serta pesawat yang akan beroperasi. Peranan *runway* pada bandar udara sangat penting sebagai jalur utama untuk pendaratan dan lepas landas pesawat udara. Peranan *taxiway* sebagai jalan penghubung antara landas pacu (*runway*) dengan pelataran pesawat (*apron*), *hangar*, terminal, atau fasilitas lainnya di sebuah bandar udara.

Dengan perkembangan jaman saat ini dimana penggunaan jalur transportasi udara sangat diminati oleh masyarakat sehingga menimbulkan kepadatan pada jalur *runway*. Pembahasan mengenai kapasitas dan penundaan di suatu bandara sangat penting bagi penyelenggara bandara. Terutama dengan adanya kepercayaan masyarakat bahwa efisiensi transportasi udara dapat ditingkatkan secara berarti apabila diketahui faktor - faktor yang menyebabkan penundaan.

Secara umum, perencanaan suatu bandara harus bisa menyediakan kapasitas yang cukup sehingga prosentase permintaan yang relatif tinggi akan mengalami penundaan yang minimum. Dalam perencanaan bandar udara, kapasitas merupakan jumlah operasi pesawat terbang selama jangka waktu tertentu yang sesuai dengan tingkat penundaan rata-rata yang dapat diterima. Kapasitas juga dapat diartikan sebagai jumlah operasi pesawat terbang maksimum yang dapat dilakukan pada suatu lapangan udara selama jangka waktu tertentu ketika terdapat permintaan akan pelayanan yang berkesinambungan. Maksud dari berkesinambungan adalah selalu terdapat pesawat yang siap untuk lepas landas atau mendarat. Hampir semua bandara di Indonesia, kecuali Soekarno-Hatta, memiliki runway tunggal. Kapasitas runway tunggal sangat terbatas. Berdasarkan literature yang ada, runway tunggal mampu melayani antara 50 sampai 100 pesawat per jam tergantung pada kondisi penerbangan yang ada.

Upaya menambah landasan pacu baru rencananya dibuat sepanjang 3.600 meter. Panjang landasan pacu saat ini 3.000

meter. Pembangunan terminal 3 dan landasan pacu di perkirakan memerlukan dana hingga Rp.8 triliun. Proses pembangunan landasan pacu memerlukan waktu yang cukup lama. Selama proses pembangunan ini perlu disiapkan alternatif solusi dalam mengatasi tundaan karena kapasitas *runway* terbatas. Di negara berkembang lainnya seperti India sudah memakai sistem *taxiway* menjadi *runway*. Bandara yang dimaksud adalah Rajiv Gandhi International Airport di Hyderabad, India (author, 2014). Dengan sistem ini tidak perlu membuat jalur *runway* baru, tidak memerlukan biaya banyak, jarak menuju *apron* semakin dekat sehingga dapat menghemat bahan bakar pesawat dan waktu menjadi lebih efisien. Berdasarkan permasalahan tersebut, dalam tugas akhir ini dengan judul **“Analisis Penggunaan Taxiway Menjadi Runway pada Bandara Internasional Juanda”**

Dalam proses perubahan fungsi *taxiway* menjadi *runway* perlu beberapa evaluasi yang berkaitan dengan standard geometrik persyaratan geometrik. Persyaratan geometrik disini adalah persyaratan dimensi panjang dan lebar, serta jarak antara *taxiway* – *runway* dan *taxiway* – *apron*. Evaluasi ini berkaitan dengan keselamatan penerbangan.

1.2 Rumusan Masalah

Untuk mencapai tujuan pengerjaan Tugas Akhir ini, ada beberapa permasalahan yang harus diselesaikan. Permasalahan yang akan diatasi dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah persyaratan geometrik *taxiway* sudah memenuhi persyaratan *runway*? Apa saja perubahan yang diperlukan?
2. Apakah persyaratan *Aerodrome* masih memenuhi apabila *taxiway* berubah fungsi menjadi *runway*?
3. Berapa perubahan delay yang terjadi akibat pengoperasian *taxiway* menjadi *runway*?
4. Bagaimana desain marking pada *taxiway* yang akan digunakan untuk *runway*?

1.3 Tujuan

Tujuan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui persyaratan geometrik *taxiway* untuk menjadi *runway* dan mengetahui perubahan apa saja yang perlu dilakukan.
2. Mengetahui apakah persyaratan *Aerodrome* masih memenuhi apabila *taxiway* berubah fungsi menjadi *runway*.
3. Mengetahui perubahan delay yang terjadi akibat pengoperasian *taxiway* menjadi *runway*.
4. Mengetahui desain marking pada *taxiway* yang akan digunakan untuk *runway*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari studi yang dilakukan adalah untuk memberikan alternatif solusi bagi masalah tundaan pada proses landing. Solusi masalah tundaan adalah penting karena tundaan akan mengakibatkan bertambahnya konsumsi bahan bakar minyak. Di samping itu bahan bakar cadangan yang dibawa pesawat biasanya terbatas.

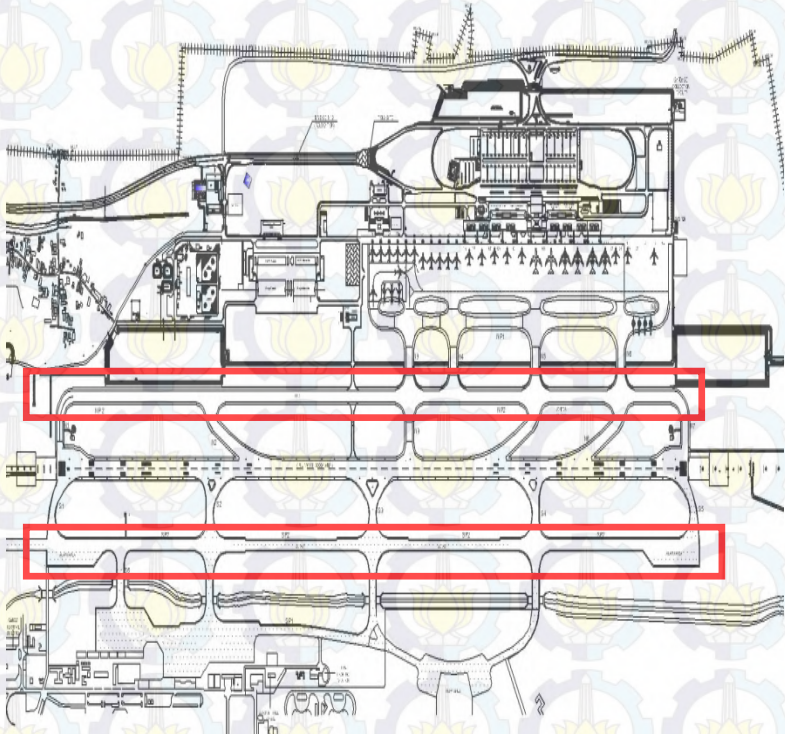
1.5 Batasan Masalah

Dalam penulisan tugas akhir ini dibatasi masalah-masalah sebagai berikut:

1. Tidak merubah *layout* bandara. Kecuali penambahan *marking* pada *taxiway* sesuai dengan persyaratan *runway*
2. Penentuan jenis pesawat sesuai dengan data yang ada pada satu jam puncak (*Peak Hour*)
3. Asumsi tidak ada perubahan arah angin karena simulasi diambil dalam satu jam puncak

1.6 Lokasi Studi

Tugas akhir ini mengambil lokasi studi pada dua *taxiway* Bandara Internasional Juanda, yang terletak di Kecamatan Waru, Kabupaten Sidoarjo, 20 km sebelah selatan dari Kota Surabaya. Pemilihan lokasi ini dikarenakan Bandara Juanda adalah salah satu bandara terbesar di Indonesia dan terbesar di Jawa Timur yang melayani tidak hanya penduduk Surabaya, tetapi juga penduduk di Jawa Timur dan sekitarnya.



Gambar 1.1 Lokasi Studi
(Sumber: google.com)



“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Studi Terdahulu

Dalam Tugas Akhir Arief Susetyo (2012) dengan judul Studi dan Perencanaan Penambahan *Runway* di Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya, dilakukan perhitungan untuk menentukan kinerja *runway* dengan cara matematis, yaitu dengan menghitung waktu pelayanan rata-rata pesawat berdasarkan kecepatan mendarat pesawat (*approach speed*) dan jarak pemisahan minimum. Perhitungan kapasitas *runway* meliputi konfigurasi campuran pesawat dalam suatu jam puncak. Analisa menggunakan data real dari pesawat yang beroperasi (teoritis) dan akan dibandingkan dengan hasil data pada saat *peak*.

Di dalam tugas akhir Arief Susetyo (2012) dilakukan analisa perhitungan penambahan *runway* baru pada Bandara Internasional Juanda Surabaya dan mendapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada Tahun 2010 kapasitas *runway* Bandara Juanda sebesar 48 operasi per jam dapat melayani pergerakan pesawat pada jam puncak sebesar 25 pergerakan.
2. Pada Tahun 2015 kapasitas *runway* Bandara Juanda sebesar 47 operasi per jam sudah tidak dapat menampung pergerakan pesawat pada jam puncak sebesar 55 pergerakan.
3. Untuk *runway* rencana kapasitasnya sebesar 48 pergerakan per jam melayani sebanyak 44 pergerakan pada saat jam puncak.

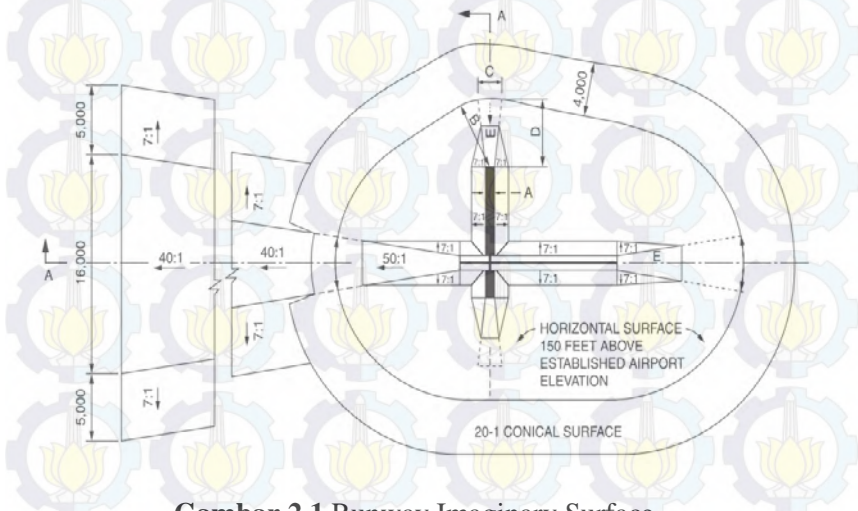
Diketahui bahwa dalam perhitungan kapasitas *runway* setelah adanya penambahan *runway* baru menghasilkan kapasitas yang dapat menampung jumlah pergerakan pada Tahun 2015 (Susetyo,

2012), dengan memakai komposisi masing-masing kategori pesawat yang sama dengan sebelumnya, akan tetapi tidak diketahui berapakah kapasitas maksimum dua buah *parallel runway* tersebut dapat menampung pergerakan pesawat.

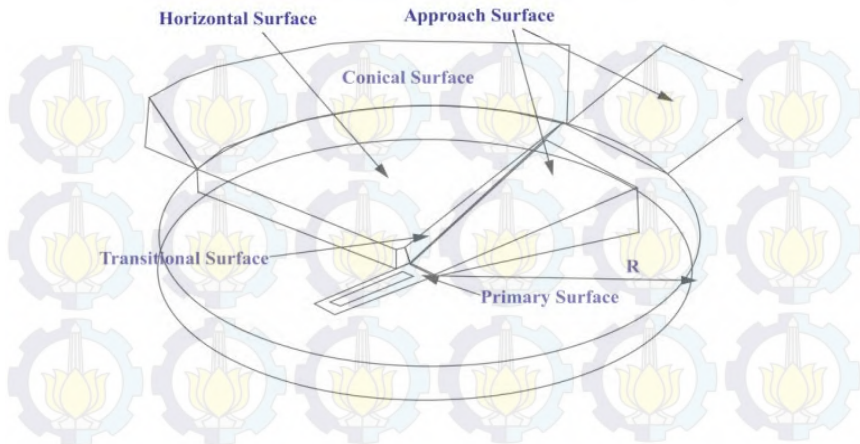
2.2 *Runway Imaginary Surface*

Setiap konfigurasi landasan pacu memiliki beberapa permukaan imajiner. Kawasan di tanah atau air tertentu (termasuk setiap bangunan, instalasi-instalasi dan peralatan) yang dimaksudkan untuk digunakan seluruh maupun sebagian untuk pendaratan, keberangkatan dan pergerakan pesawat udara di permukaannya

Persyaratan *aerodrome* bagi pelabuhan udara di dalam dan sekitarnya bisa diperoleh dari FAR part 77 dan ICAO Annex 14 part IV. Dua referensi ini membicarakan ruangan imajiner lapangan terbang dengan luas tertentu untuk kepentingan operasi pesawat dan navigasi udara.



Gambar 2.1 Runway Imaginary Surface
(Sumber: Horonjeff & McKelvey, 2010)



Gambar 2.2 Keterangan Imaginary Surfaces
(Sumber: Horonjeff & McKelvey, 2010)

2.2.1 *Aerodrome Reference Point (ARP)*

Aerodrome Reference Point (ARP) adalah titik pedoman yang digunakan sebagai penentuan lokasi geografis lapangan terbang. Kegunaan yang lain, sebagai titik awal dari *Obstacle limitation Surfaces* bagi keselamatan penerbangan.

ARP hanya digunakan mengontrol koordinat horizontal, tidak digunakan sebagai titik ikat kontur, tetapi apabila perlu bisa juga dipakai sebagai titik nol setempat. ARP sedapat mungkin ditempatkan pada sumbu geometris dari seluruh sistim landasan, baik yang telah ada maupun yang dirancang

Elevasi lapangan terbang biasanya diambil titik yang tertinggi dari area pendaratan. Titik ini dipakai sebagai pedoman untuk membuat *obstacle limitation surface*. Bagi lapangan terbang internasional, informasi harus lebih lengkap menyangkut elevasi dari masing-masing *threshold*, ujung landasan, titik perubahan sepanjang landasan bila ada. Elevasi yang dilaporkan diberikan dengan pembulatan dalam satuan meter atau *Feet*.

2.3 Landasan Pacu (*Runway*)

Runway atau landasan pacu adalah area persegi pada permukaan bandara yang disiapkan untuk lepas landas dan pendaratan pesawat. Setiap bandara setidaknya memiliki satu landasan pacu atau bisa juga beberapa landasan pacu.

2.3.1 Konfigurasi Dasar *Runway*

Terdapat banyak konfigurasi *runway*. Kebanyakan merupakan kombinasi dari beberapa konfigurasi dasar. Menurut Horonjeff dan Mckelvey (1988) konfigurasi dasar tersebut adalah:

- *Runway* Tunggal

Konfigurasi ini merupakan konfigurasi yang paling sederhana seperti terlihat pada gambar 2.2. Kapasitas *runway* tunggal dalam kondisi VFR adalah berkisar 50 sampai 100 operasi per jam, sedangkan dalam kondisi IFR, kapasitas ini berkurang menjadi 50 sampai 70 operasi per jam, tergantung pada komposisi campuran pesawat terbang dan alat-alat bantu navigasi yang tersedia.



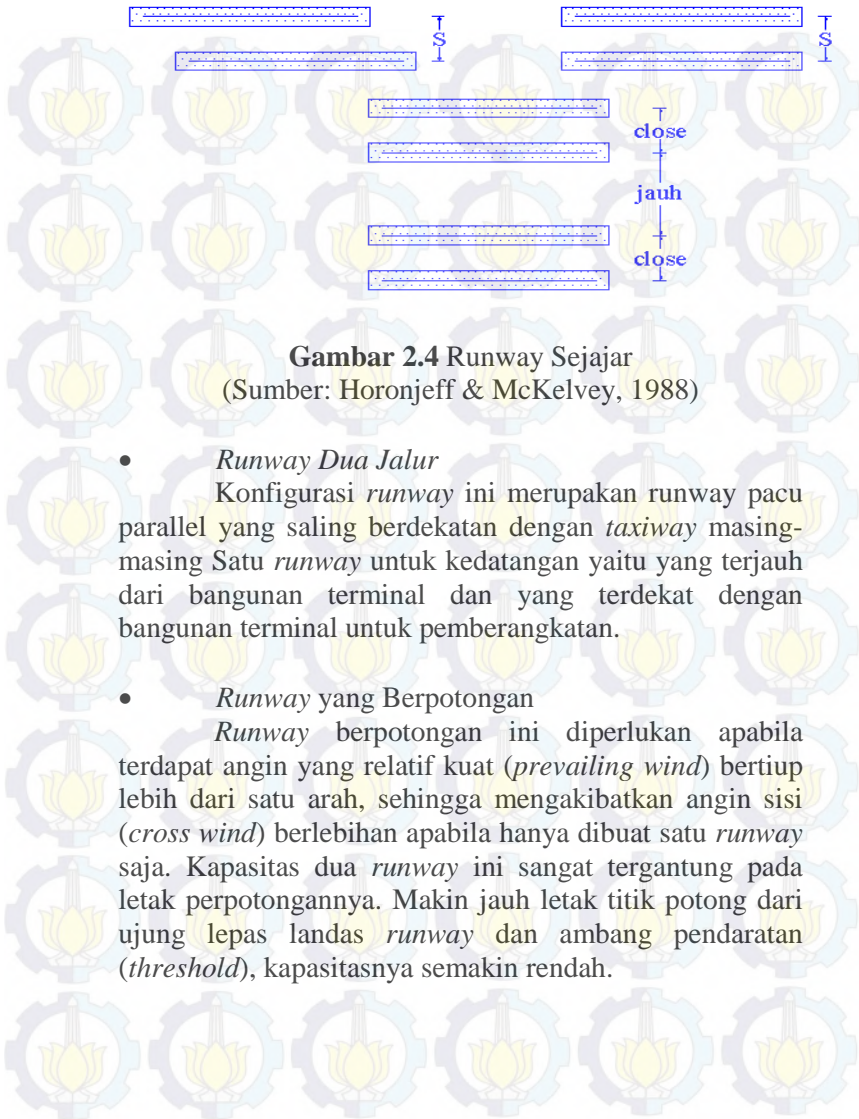
Gambar 2.3 *Runway* Tunggal
(Sumber: Horonjeff & McKelvey, 1988)

- *Runway* Sejajar

Kapasitas system ini sangat tergantung pada jumlah *runway* dan jarak diantaranya. Jarak antar dua *runway* digolongkan dalam jarak yang rapat, menengah, dan renggang.

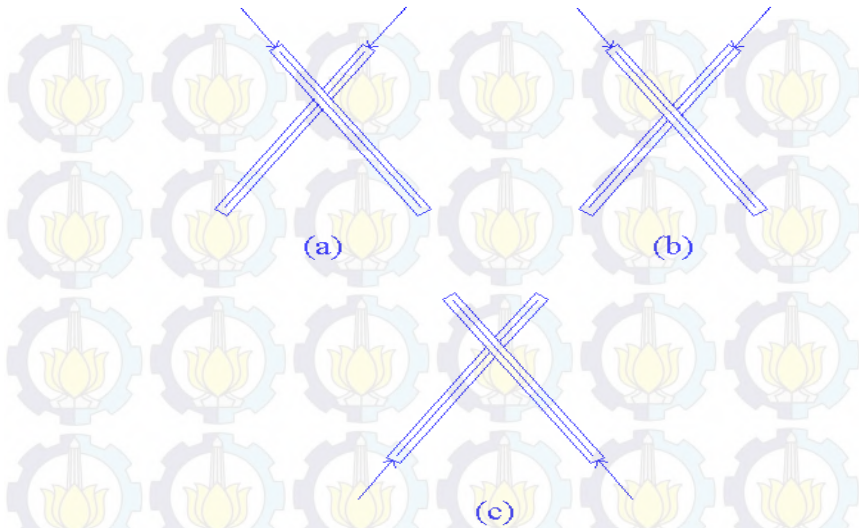
1. *Runway* berjarak rapat (*close parallel*) mempunyai jarak dari sumbu ke sumbu antara 700 – 2.500 feet. Kapasitas *runway* ini untuk kondisi VFR berkisar antara 100 – 200 operasi per jam, sedangkan untuk kondisi IFR berkisar antara 50 – 60 operasi per jam. Dalam kondisi IFR operasi penerbangan pada satu *runway* tergantung pada *runway* lain.
2. *Runway* berjarak menengah mempunyai jarak dari sumbu ke sumbu antara 2500 - 4500 kaki. Kapasitas *runway* ini untuk kondisi VFR berkisar antara 100 – 200 operasi per jam, sedangkan untuk kondisi IFR berkisar antara 60 - 75 operasi per jam. Dalam kondisi IFR operasi penerbangan pada satu *runway* tidak tergantung pada *runway* lain.
3. *Runway* berjarak renggang mempunyai jarak dari sumbu ke sumbu antara 4500 kaki atau lebih. Kapasitas *runway* ini untuk kondisi VFR berkisar antara 100 – 200 operasi per jam, sedangkan untuk kondisi IFR berkisar antara 100 - 125 operasi per jam. Dalam kondisi IFR, kedua *runway* itu dapat dioperasikan secara tersendiri baik untuk keberangkatan maupun kedatangan.

Kapasitas per jam dari *runway* sejajar berjarak rapat, menengah, dan renggang dapat bervariasi diantara 100 – 200 operasi dalam kondisi – kondisi VFR, tergantung pada komposisi campuran pesawat terbang; kapasitas yang lebih tinggi terjadi apabila bandara tersebut melayani pesawat penerbangan umum yang kecil.



Gambar 2.4 Runway Sejajar
(Sumber: Horonjeff & McKelvey, 1988)

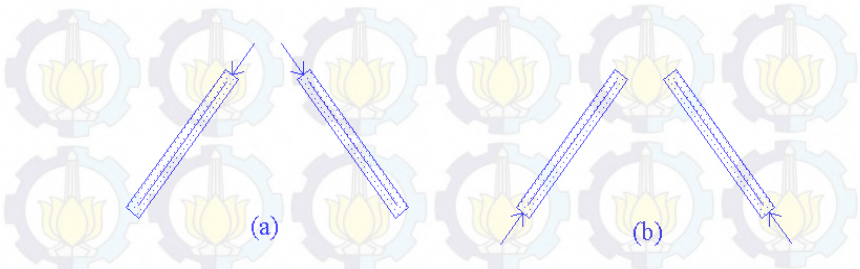
- *Runway Dua Jalur*
Konfigurasi *runway* ini merupakan runway pacu parallel yang saling berdekatan dengan *taxiway* masing-masing Satu *runway* untuk kedatangan yaitu yang terjauh dari bangunan terminal dan yang terdekat dengan bangunan terminal untuk pemberangkatan.
- *Runway yang Berpotongan*
Runway berpotongan ini diperlukan apabila terdapat angin yang relatif kuat (*prevailing wind*) bertiup lebih dari satu arah, sehingga mengakibatkan angin sisi (*cross wind*) berlebihan apabila hanya dibuat satu *runway* saja. Kapasitas dua *runway* ini sangat tergantung pada letak perpotongannya. Makin jauh letak titik potong dari ujung lepas landas *runway* dan ambang pendaratan (*threshold*), kapasitasnya semakin rendah.



Gambar 2.5 Runway Berpotongan
(Sumber: Horonjeff & McKelvey, 1988)

- *Runway V-Terbuka*

Runway V-terbuka adalah *runway* yang arahnya memencar (*divergen*) tetapi tidak berpotongan, seperti terlihat pada gambar 2.4.a dan 2.4.b. Kapasitas tertinggi akan dicapai apabila operasi penerbangan dilakukan menjauhi V (gambar 2.4.a). Untuk kondisi seperti diperlihatkan pada gambar 2.4.a kapasitas *runway* ini untuk kondisi VFR berkisar antara 60 – 180 operasi per jam, sedangkan untuk kondisi IFR berkisar antara 50 – 80 operasi per jam. Untuk kondisi seperti diperlihatkan pada gambar 2.4.b, kapasitas *runway* ini untuk kondisi VFR berkisar antara 50 – 100 operasi per jam, sedangkan untuk kondisi IFR berkisar antara 50 – 60 operasi per jam.



Gambar 2.6 Runway V-Terbuka
(Sumber: Horonjeff & McKelvey, 1988)

2.3.2 Kapasitas Runway

Kapasitas *runway* adalah maksimum pergerakan pesawat secara berkelanjutan, baik kedatangan maupun keberangkatan, yang dapat diselenggarakan pada periode waktu tertentu pada konfigurasi *runway* yang ditentukan, pada kondisi cuaca tertentu dan tundaan yang bisa diterima. (Sumber: Ashford, 2011)

Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas *runway* (Sumber: Ashford, 2011) adalah:

- Kondisi Meteorological
- Layout Bandara
- Rasio kedatangan dan keberangkatan pesawat
- Campuran pesawat
- *Runway Occupancy Time*
- *Air Traffic Control*

Dalam Tugas Akhir ini, tidak semua kondisi diatas diadopsi dalam analisa. Hanya layout bandara yang sudah ada dan campuran pesawat yang sudah beroperasi. Hal ini disebabkan karena keterbatasan waktu dan data yang tersedia.

2.3.3 Kebutuhan Panjang *Runway*

Panjang landasan pacu sangat penting untuk mengetahui bisa tidaknya sebuah pesawat terbang menggunakan landasan untuk lepas landas ataupun mendarat.

Kebutuhan panjang *runway* untuk perencanaan lapangan terbang telah dibuat persyaratannya oleh (*federal aviation administration*) untuk menghitung panjang landasan bagi rute-rute tertentu untuk berbagai macam pesawat. Dimisalkan akan dihitung panjang landasan di kota A untuk melayani pesawat yang akan terbang ke kota B. Persyaratan perhitungan :

- Berat *take off* pesawat tidak boleh melebihi *maximum structural take off weight* pesawat.
- Tentukan temperatur, angin permukaan, kemiringan landasan dan ketinggian lapangan terbang tujuan.
- Dengan data-data diatas dan menggunakan *flight manual* yang sudah disyahkan FAA untuk pesawat-pesawat tertentu bisa dihitung panjang landasan.

Grafik kemampuan pesawat yang diberikan dalam uraian ini disiapkan untuk penentuan perencanaan panjang landas pacu pada sebuah lapangan terbang, tidak digunakan untuk petunjuk operasi pesawat. Sedangkan kondisi yang di pakai sebagai dasar pembuatan grafik adalah kondisi *aeroplane referance field length* (ARFL) sebagai berikut :

- Elevasi lapangan terbang
- *Temperature*
- *Take off Weight*
- *Distance*

2.3.4 Dasar-dasar runway

Pada dasar landasan dan penghubungnya *taxiway* diatur sedemikian hingga :

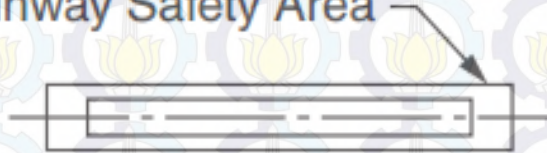
- Memenuhi persyaratan '*separation*' pemisahan lalu lintas udara.
- Gangguan operasi satu pesawat dengan yang lainnya serta penundaan didalam pendaratan, *taxiway* serta lepas landas minimal
- Pembuatan *taxiway* dari bangunan terminal menuju ujung landasan untuk lepas landas dipilih yang paling pendek
- Pembuatan *taxiway* memenuhi kebutuhan hingga pendaratan pesawat dapat secepatnya mencapai bangunan terminal

2.3.5 Elemen-elemen dari runway adalah :

- Perkerasan structural yang berlaku sebagai tumpuan pesawat.
- Bahu landasan berbatasan dengan perkerasan structural direncanakan sebagai penahan erosi akibat air dan semburan jet, serta melayani peralatan perawatan landasan.
- Area keamanan (*safety area*).

Panjang, lebar, dan kemiringan landasan termasuk didalamnya, perkerasan structural, bahu landasan serta area bebas halangan dan pengaliran airnya terjamin. Area ini harus mampu dilalui peralatan-peralatan pemadam kebakaran, mobil-mobil ambulans, truk-truk penyapu landasan (*Sweeper*), dalam keadaan dibutuhkan mampu dibebani pesawat yang keluar dari perkerasan structural. Panjang area keamanan ujung landasan, dibuat dengan panjang secukupnya tetapi paling kurang 90 m. Lebar nya paling kurang 2 kali landasan, tetapi FAA mensyaratkan lebar minimum 150 m = 500 feet. Kemiringan ke bawahnya tidak boleh lebih dari 5 % hindari kemiringan yang terlalu tajam.

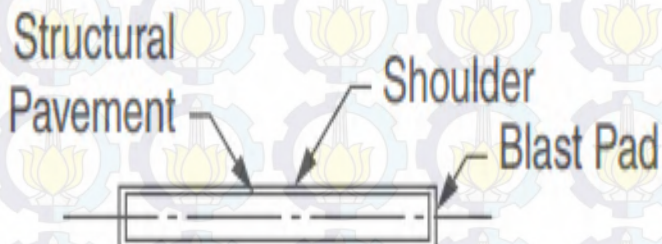
Runway Safety Area



Gambar 2.7 Safety area

(Sumber: Horonjeff & McKelvey, 2010)

- **Blast Pad**
 untuk mencegah erosi pada permukaan yang berbatasan dengan ujung landasan. Area ini selalu menerima Jet Blast yang berulang. Area ini bisa dengan perkerasan atau ditanami gebalan rumput. Pengalaman menunjukkan bahwa, panjang Blast Pad untuk pesawat-pesawat transport sebaiknya 200 feet = 60 m, kecuali untuk pesawat berbadan lebar panjang yang dibutuhkan blast pad 400 ft = 120 m.



Gambar 2.8 Blast Pad area

(Sumber: Horonjeff & McKelvey, 2010)

- Stopway dan Clearway

Kemiringan serta perubahan kemiringan disesuaikan dengan persyaratan landasan kecuali :

- Pembatasan kemiringan 0,8% pada perempat awal dan akhir landasan tidak berlaku stopway.
- Kemiringan *stopway* diukur dari ujung sebesar 0,3% tiap 30m bagi landasan dengan kode angka 3 atau 4.



Gambar 2.9 Clearway & Stopway
(Sumber: Horonjeff & McKelvey, 2010)

Tabel 2.1 Ukuran dimensi standart runway kategori pesawat A dan B

	Approach Type									
	Visual and Nonprecision Instrument, Airplane Design Group					Precision Instrument, Airplane Design Group				
	I'	I	II	III	IV	I'	I	II	III	IV
Runway width	60	60	75	100	150	75	100	100	100	150
Shoulder width	10	10	10	20	25	10	10	10	20	25
Blast pad										
Width	80	80	95	140	200	95	120	120	140	200
Length	60	100	150	200	200	60	100	150	200	200
Safety area										
Width	120	120	150	300	500	300	300	300	400	500
Length [†]	240	240	300	600	1000	600	600	600	800	1000
Object-free area										
Width	250	400	500	800	800	800	800	800	800	800
Length [†]	300	500	600	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Obstacle-free zone										
Width [†]	120 [‡]	250	250	250	250	300	300	300	300	300
Length [†]	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200

(Sumber: Horonjeff & McKelvey, 2010)

Tabel 2.2 Ukuran dimensi standart runway kategori pesawat C, D, dan E

	Airplane Design Group					
	I	II	III	IV	V	VI
Runway width	100	100	100*	150	150	200
Shoulder ^b width	10	10	20*	25	35	40
Blast pad						
Width	120	120	140*	200	220	280
Length	100	150	200	200	400	400
Safety area						
Width ^c	500	500	500	500	500	500
Length ^d	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Object-free area						
Width	800	800	800	800	800	800
Length ^d	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Obstacle-free zone						
Width ^e	400	400	400	400	400	400
Length ^f	200	200	200	200	200	200

(Sumber: Horonjeff & McKelvey, 2010)

2.4 Evaluasi Kekuatan Perkerasan Taxiway

Pavement Classification Number (PCN) adalah nilai yang menyatakan daya dukung perkerasan untuk operasi yang tidak terbatas. Faktor yang digunakan untuk menghitung nilai PCN adalah

- Tipe perkerasan
- Daya dukung subgrade
- Tekanan ban maksimum
- Metode evaluasi

Tabel 2.3 Keterangan PCN

Pavement Type	Subgrade Category	Tire Pressure	Evaluation Method
F = Flexible	A = High	W-No Limit	T=Technical Method
R = Rigid	B = Medium	X - to 1.50 Mpa	U=Using Aircraft Metod
	C = Low	Y - to 1.00 Mpa	
	D= Ultra low	Z - to 0.50 Mpa	

Aircraft Classification Number (ACN) adalah suatu angka yang menyatakan batasan dari pesawat tertentu diatas perkerasan dengan spesifikasi standard *subgrade*. Nilai ACN dikeluarkan oleh pabrik pembuat pesawat. Nilai ACN tidak boleh melebihi nilai PCN. ACN yang lebih besar dari PCN dimungkinkan dengan pembatasan operasional atau saat emergency.

2.5 Aturan Pemisahan Pesawat

Ada beberapa peraturan pemisahan lalu lintas udara, yang akan kita bicarakan adalah pemisahan yang berhubungan dengan perencanaan *Aerodrome* yaitu yang menyangkut *Wake turbulence*.

Terdapat dua macam peraturan pemisahan pesawat yang ada dalam dunia penerbangan, keduanya dibedakan menurut kondisi cuaca yang dihadapi oleh pilot dalam menerbangkan suatu pesawat terbang. Yang pertama adalah *visual flight* atau dalam istilah penerbangan disebut dengan VFR (*Visual Flight Rules*) adalah cara menerbangkan pesawat terbang dengan hanya melihat kompas dan daratan dengan mengikuti tanda-tanda alam seperti sungai, gunung, pantai atau juga mengikuti jalan raya sbg acuan. Tetapi cara terbang seperti VFR ini mempunyai keterbatasan, salah satunya keadaan cuaca dan jarak pandang yg

harus bagus. Kecepatan pesawat yg relatif tinggi membutuhkan jarak pandang yg cukup jauh. Keadaan cuaca seperti hujan dan kabut bisa mengakibatkan jarak pandang yg berkurang. Kondisi cuaca untuk menerbangkan pesawat dengan cara/aturan VFR disebut VMC (*Visual Meteorological Condition*).

Seiring perkembangan teknologi penerbangan yg mampu membuat pesawat terbang semakin cepat, semakin tinggi serta sistem navigasi semakin canggih, penerbang tidak punya waktu atau bahkan tidak bisa menerbangkan pesawat dgn rujukan posisi di darat seperti terbang dengan cara VFR, penerbang hanya mengikuti panduan instrument di dalam pesawat (tanpa melihat keluar). Aturan cara terbang seperti ini disebut IFR (*Instrument Flight Rules*), yang disediakan oleh pemandu lalu lintas udara yang ada di bandara. Kondisi cuaca untuk menerbangkan pesawat dengan cara/aturan IFR disebut IMC (*Instrument Meteorological Condition*).

Jarak antara dua pesawat yang akan beroperasi pada *runway* diatur sesuai dengan keadaan IFR dalam kondisi cuaca IMC atau VFR dalam kondisi cuaca VMC. Peraturan-peraturan ini dapat dilihat dalam table 2.1 sampai table 2.4.

Tabel 2.4 Minimum Arrival-Arrival Separation Pada Kondisi IMC

Minimum Separation Matrix (nm)		Arrivals-Arrivals		
Lead	Trailing			
	Small	Large	Heavy	
Small	3	3	3	
Large	5	3	3	
Heavy	6	5	3	

Tabel 2.5 Minimum Departure – Departure Separation pada kondisi IMC

Departure-Departure Separation Matrix (seconds)				
Lead	Trailing			
	Small	Large	Heavy	
Small	60	60	60	60
Large	60	60	60	90
Heavy	120	120	120	120

Tabel 2.6 Minimum Arrival-Arrival separation pada kondisi VMC

Minimum Separation Matrix (nm)				Arrivals-Arrivals
Lead	Trailing			
	Small	Large	Heavy	
Small	2.4	2.4	2.4	2.4
Large	5	2.4	2.4	2.4
Heavy	6	4	2.7	2.7

Tabel 2.7 Minimum Departure-Departure separation pada kondisi VMC

Departure-Departure Separation Matrix (seconds)				
Lead	Trailing			
	Small	Large	Heavy	
Small	50	50	50	50
Large	50	50	75	75
Heavy	90	90	90	90

2.6 *Marking*

Tanda-tanda garis dan nomor yang dibuat pada perkerasan landasan dan taxiway agar pilot mendapat alat bantu dalam mengemudikan pesawatnya mendarat ke landasan serta

menuju apron melalui taxiway, marking ini hanya berguna pada siang hari saja sedangkan malam hari digantikan oleh sistem perlampuan.

Kedua organisasi penerbangan telah membuat Standard marking, FAA dalam *Advisor Circular 150/5340-1E* kita pada edisi tanggal 11-4-1980. ICAO dalam Annex 14 chapter 5, 6, 7 dipakai edisi kedelapan Maret 1983.

Ada 4 macam tipe Marking :

- Marking Landasan
- Marking Taxiway
- Marking untuk area yang dibatasi.
- Marking untuk Objek tetap.

2.6.1 **Marking Landasan**

ICAO membagi marking landasan menjadi tiga :

- Landasan approach presisi.
- Landasan approach non presisi.
- Landasan non instrument.

Yang ketiga menurut FAA adalah *basic runway*, memang antara keduanya (FAA dan ICAO) mengatur marking sama, hanya istilah yang kadang berbeda.

Landasan non presisi dioperasikan di bawah kondisi VFR (*Visual Flight Rule*). Landasan approach non presisi, adalah landasan yang dibantu dengan peralatan VOR (*Very High Frekwensi Omny Radio Range*) bagi pesawat yang mendarat ke landasan dengan VOR sebagai pedoman. Landasan instrument presisi adalah landasan yang diperlengkapi dengan ILS (*Instrument Landing System*).

Macam-macam marking sebagai alat bantu Navigasi Pendaratan sebagai berikut :

- Nomor Landasan (*Runway Designation Marking*).

Ditempatkan di ujung landasan sebagai nomor pengenal landasan itu, terdiri dari dua angka, pada landasan sejajar harus dilengkapi huruf L atau R atau C. Dua angka itu tadi merupakan angka persepuluhan terdekat dari utara magnetis dipandang dari arah approach, ketika pesawat akan

mendarat, misalnya dengan landasan dengan azimuth magnetis 82 maka nomor landasan adalah 08, azimuth magnetis 86 maka nomor landasan 09. Nomor landasan ini ditempatkan berlawanan dengan azimuthnya, landasan Barat Timur, di ujung Timur ditempatkan nomor 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 ditambah huruf C (*Central*). Empat landasan sejajar di samping diberi tambahan huruf sepasang landasan sejajar digeser satu nomor. Misalnya pasangan 09 – 27 dengan 08 – 28 (atau 10 – 28) walaupun arahnya 09 – 27.

- **Marking Sumbu Landasan (*Runway Centre Line Marking*)**

Ditempatkan sepanjang sumbu landasan berawal dan 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 = panjang gap atau 30 m mana yang terbesar, lebar strip antara 0,30 m sampai 0,90 m tergantung kelas landasan.

- **Marking Threshold**

Ditempatkan di ujung landasan, sejauh 6 m dari tepi ujung landasan membujur landasan, panjang paling kurang 30 m, lebar 1,8 m, bayangkan seperti tuts piano dengan jarak antara 1,8 m.

Tabel 2.8 Jumlah *marking* pada *threshold*

Lebar Landasan	Banyaknya Strip
18 m	4
23 m	6
30 m	8
45 m	12
60 m	16

(Sumber: Horonjeff & McKelvey, 2010)

Tetapi juga tergantung penggunaan landasan, instrument atau non instrument

- *Marking Untuk Jarak-jarak Tetap (Fixed Distance Marking).*

Berbentuk empat persegi panjang, berwarna menyolok biasanya oranye. Ukurannya panjang 45 m – 60 m, lebar 6 m – 10 m terletak simetris kanan kiri sumbu landasan, marking ini yang terujung berjarak 300 dari threshold.

- *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 berbentuk segi empat di kanan kiri sumbu landasan lebar 3 m dan panjang 22,5 m untuk strip-strip tunggal, untuk strip ganda ukuran 22,5 x 0,8 dengan jarak 1,5 m. Jarak satu sama lain 150 m diawali dari treshold banyaknya pasangan tergantung panjang landasan.

Tabel 2.9 Jumlah *marking* pada *touchdown zone*

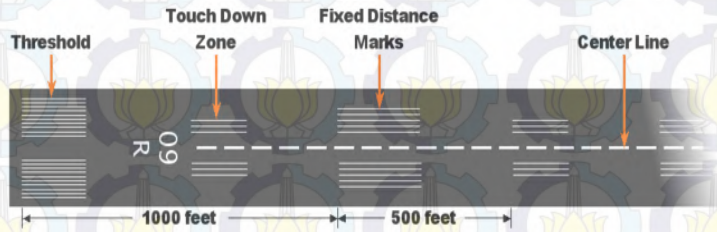
Panjang Landasan	Banyaknya pasangan
Kurang dari 90	1
900 - 1200 m	2
1200 - 1500 m	3
1500 - 2100 m	4
lebih dari 2100 m	6

(Sumber: Horonjeff & McKelvey, 2010)

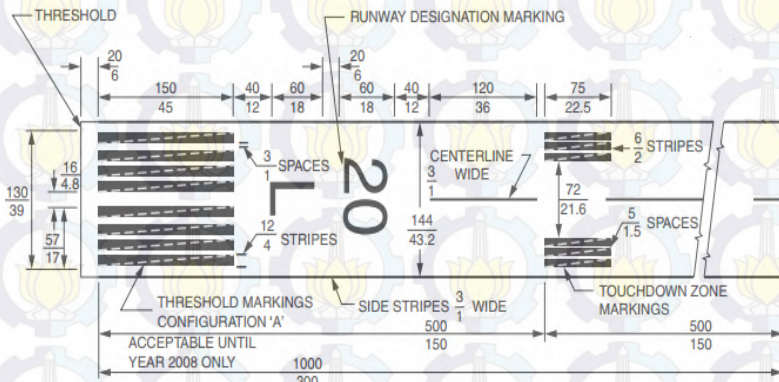
- *Marking Tepi Landasan (Runway Side Stripe Marking)*

Merupakan garis lurus 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 landasan terutama apabila warna landasan hampir sama dengan warna

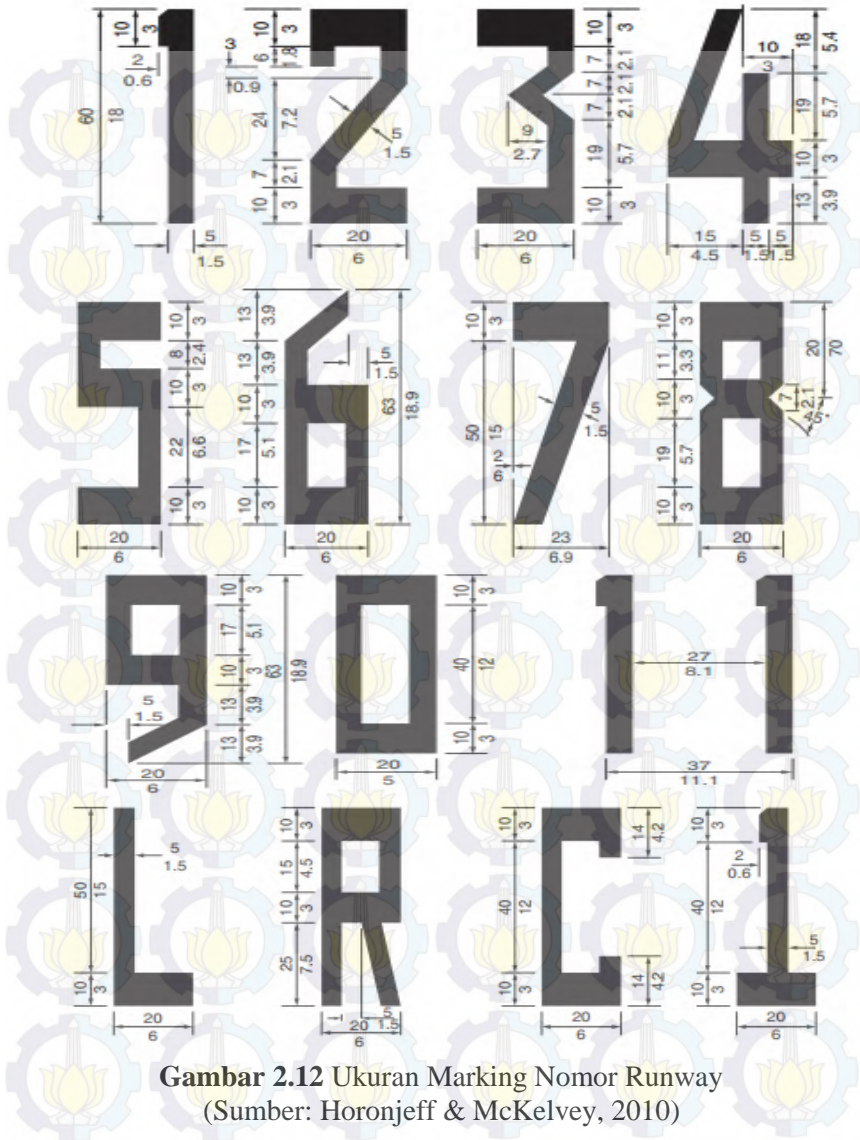
Shouldernya. Pada beberapa landasan, karena alasan tertentu misalnya perbaikan atau ada halangan kadang-kadang diperlukan untuk memindahkan threshold dari ujung landasan. (*Displaced Threshold*), kesatu jarak tertentu, pemindahan ini bisa permanen bisa juga sementara. Akibatnya mengurangi panjang landasan, pemindahan threshold karena adanya halangan pada flight path mengurangi panjang landasan bagi pendaratan, tetapi tidak bagi lepas landas



Gambar 2.10 Marking Runway
(Sumber: Horonjeff & McKelvey, 2010)



Gambar 2.11 Ukuran Marking Runway
(Sumber: Horonjeff & McKelvey, 2010)



Gambar 2.12 Ukuran Marking Nomor Runway
(Sumber: Horonjeff & McKelvey, 2010)



“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”

BAB III

METODOLOGI

3.1 Umum

Dalam melaksanakan tugas akhir, perlu dilakukan penyusunan langkah-langkah pengerjaan dan diagram metodologi sehingga tugas akhir dapat diselesaikan dengan urut dan baik.

3.2 Identifikasi Masalah

Berisi tentang masalah yang akan dibahas dalam tugas akhir ini yakni apabila tingkat kedatangan pesawat melebihi kapasitas *runway*, apakah *taxiway* bisa digunakan sebagai alternatif *runway*. Dalam Tugas Akhir ini diambil studi kasus Bandara Internasional Juanda.

3.3 Studi Literatur

Studi literatur pada tugas akhir diperlukan sebagai sarana penunjang untuk menyelesaikan Tugas Akhir. Di dalam proses studi literatur, dapat diketahui berbagai macam dasar teori yang digunakan dalam pengerjaan Tugas akhir, meliputi pengetahuan tentang peraturan-peraturan yang akan dijadikan referensi, dan metode perhitungan kapasitas runway. Peraturan yang terkait adalah aturan mengenai ruang bebas operasional penerbangan, jarak aman antar dua runway sejajar, ukuran geometri runway, kekuatan perkerasan runway, dan aturan yang berkaitan dengan marka. Dalam perhitungan kapasitas runway, diperlukan pemahaman mengenai analisis kapasitas runway tunggal dan runway sejajar yang mempertimbangkan urutan pergerakan dari berbagai ukuran pesawat.

Untuk perbandingan kapasitas runway tunggal dan ganda, perlu dilakukan simulasi analisis perhitungan kapasitas runway. Studi tentang simulasi dasar menggunakan excel

diperlukan untuk simulasi sederhana perhitungan kapasitas runway.

3.4 Pengumpulan dan Pengambilan Data

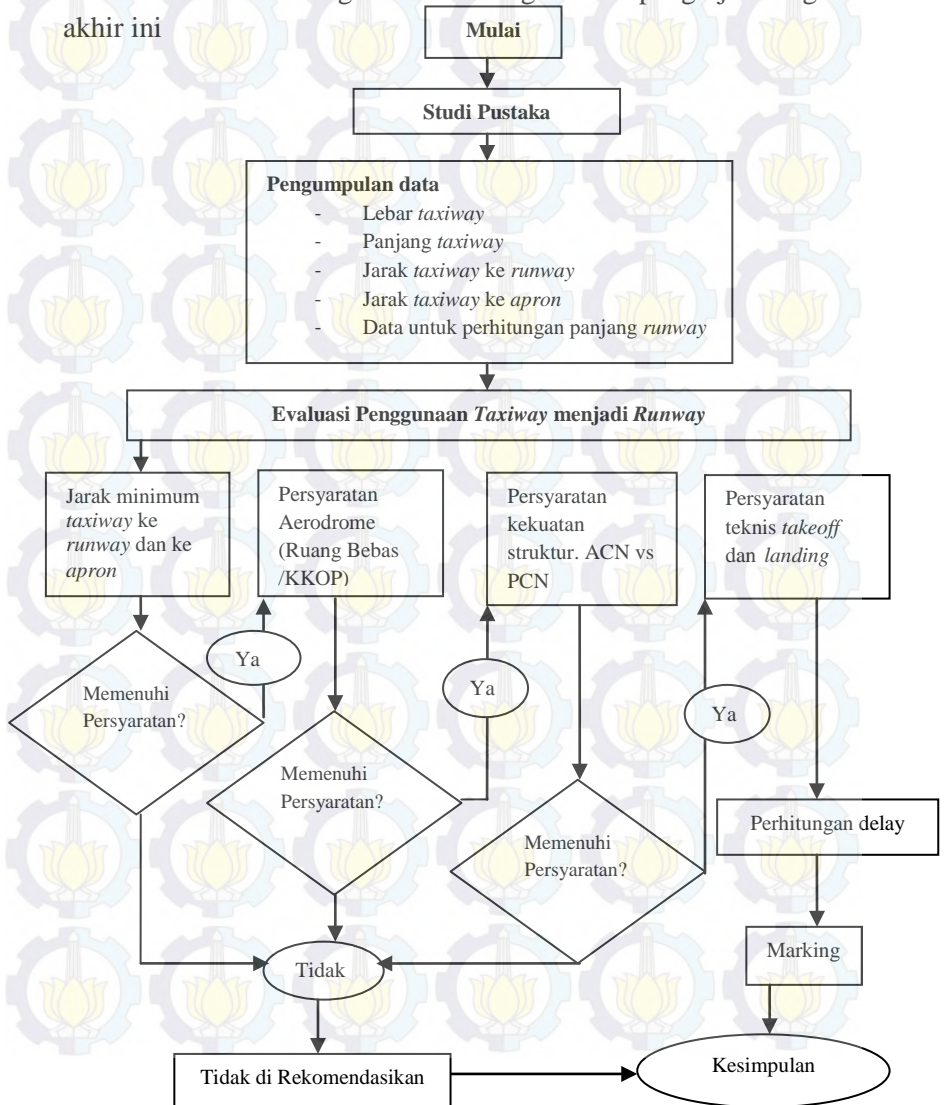
Data yang digunakan dalam proses perhitungan antara lain:

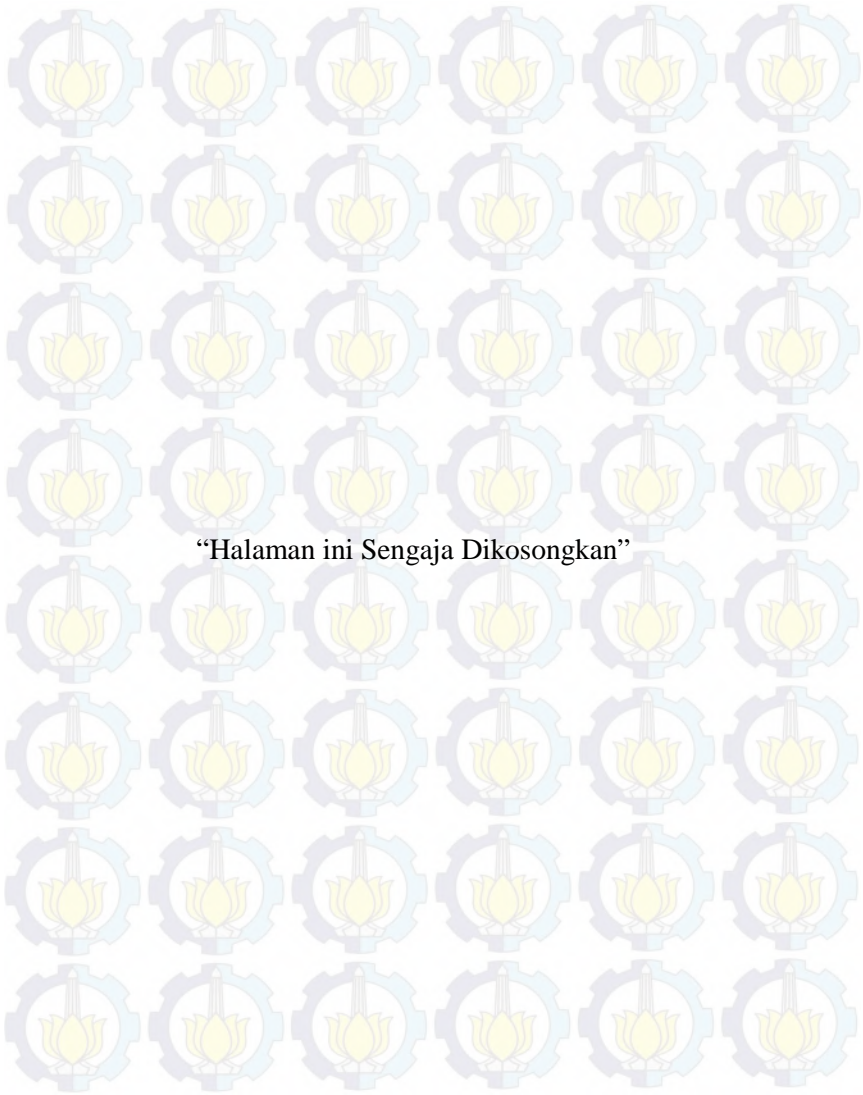
- Data Panjang dan Lebar *Taxiway*
- Data Tinggi Gedung
- Data Jarak Pemisahan Minimum Landasan
Akan ditentukan jarak antar *runway* dengan *taxiway*, jarak antar *taxiway* dengan terminal. Jarak antara pesawat di Apron
- Data Jenis Pesawat
Dalam menghitung kapasitas *runway*, salah satu yang mempengaruhi kapasitas *runway* itu adalah jenis pesawat yang terdiri dari beberapa kategori yaitu *heavy*, *small* dan *large*. Jenis pesawat juga menentukan persyaratan teknis untuk *takeoff* dan *landing*. Spesifikasi teknis pesawat.
- Data Pergerakan Pesawat
Data pergerakan pesawat ini untuk menentukan Data *Peak Hour*. Untuk mengetahui apakah pergerakan pesawat pada kondisi peak hour sudah melampaui kapasitas runway
- Data ROT
Runway Occupancy Time adalah lamanya waktu yang dibutuhkan pesawat mulai dari *landing* sampai meninggalkan *runway*. Lamanya waktu bergantung pada kecepatan pesawat saat *landing* dan adanya *exit taxiway* terdekat.

Data tersebut dapat didapatkan dengan menghubungi pihak PT. Angkasa Pura I selaku pihak yang mengelola Bandara Internasional Juanda

3.5 Diagram Metodologi

Berikut ini diagram metodologi dalam pengerjaan tugas akhir ini





“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”

BAB IV

ANALISIS DATA

4.1 Penentuan Jarak *Taxiway* dengan *Runway*

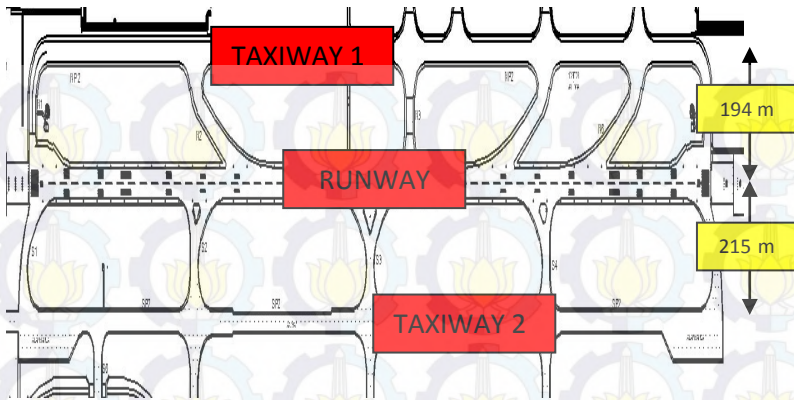
Di dalam analisis ini akan didapatkan jarak antara *taxiway1* dan *taxiway2* dengan *runway*. Jarak antar dua *runway* digolongkan dalam jarak rapat, menengah, dan renggang.

Runway berjarak rapat mempunyai jarak dari sumbu ke sumbu antara 700 – 2.500 feet. Kapasitas *runway* ini untuk kondisi VFR antara 100 – 200 operasi per jam, sedangkan untuk kondisi IFR berkisar antara 50 – 60 operasi per jam. Dalam kondisi IFR operasi penerbangan pada satu *runway* tergantung pada *runway* lain.

Runway berjarak menengah mempunyai jarak dari sumbu ke sumbu antara 2.500 – 4.500 feet. Kapasitas *runway* ini untuk kondisi VFR berkisar antara 100 – 200 operasi per jam, sedangkan untuk kondisi IFR berkisar antara 60 – 75 operasi per jam. Dalam kondisi IFR operasi penerbangan pada satu *runway* tidak tergantung pada *runway* lain.

Runway berjarak renggang mempunyai jarak dari sumbu ke sumbu antara 4.500 feet atau lebih. Kapasitas *runway* ini untuk kondisi VFR berkisar antara 100 – 200 operasi per jam, sedangkan untuk operasi IFR berkisar antara 100 – 125 operasi per jam. Dalam kondisi IFR, kedua *runway* itu dapat dioperasikan secara tersendiri baik untuk keberangkatan maupun kedatangan.

Dari analisa data autocad, jarak *runway* antara *taxiway1* dengan *runway* dan *taxiway2* dengan *runway* didapatkan hasil seperti pada **gambar 4.1**



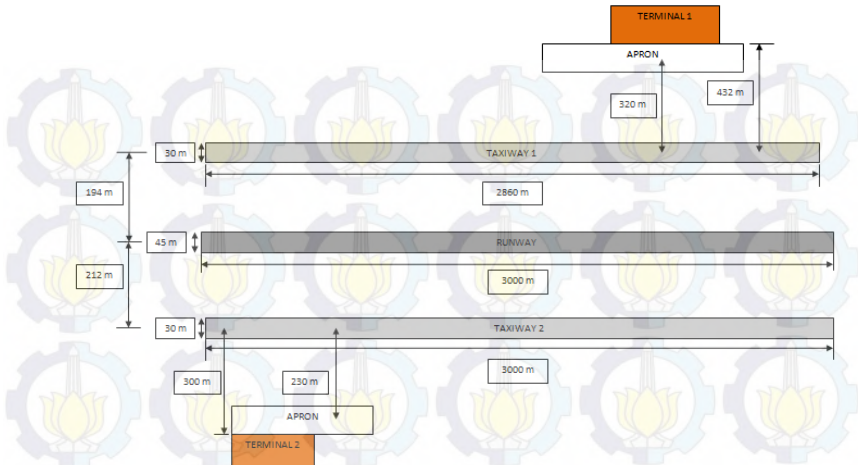
Gambar 4.1 Jarak Antara *Taxiway* dengan *Runway*

Jarak antara *runway* dengan *taxiway1* sebesar 194 m dan jarak antara *runway* dengan *taxiway2* sebesar 215 m. Dalam kondisi ini *taxiway1* tidak memenuhi syarat jarak minimum *runway* paralel sebesar 700 ft atau 213 m. *Taxiway2* memenuhi syarat minimum *runway* paralel berjarak rapat (*close parallel*).

Untuk selanjutnya analisis akan di fokuskan pada *taxiway2* karena *taxiway1* sudah tidak memenuhi persyaratan *runway* paralel.

4.2 Persyaratan Aerodrome

Dalam analisis persyaratan aerodrome ini akan di dapatkan *Imaginary surface* atau Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP). Analisa ini menentukan jarak ruang bebas minimum agar pesawat dapat takeoff dan landing dengan selamat. Dari peninjauan data autocad didapatkan hasil seperti pada **Gambar 4.2**.



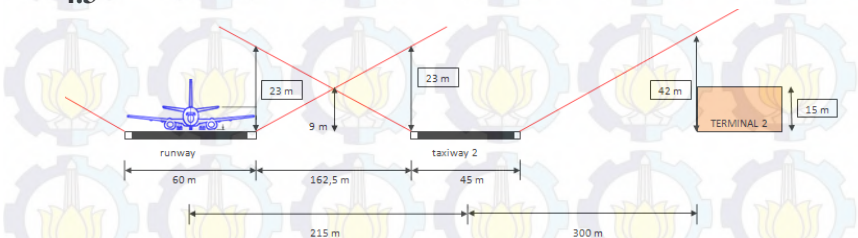
Gambar 4.2 Jarak antar taxiway, runway dan terminal

Seperi yang disebutkan pada analisis pertama bahwa taxiway1 tidak memenuhi persyaratan runway paralel. Sehingga analisis aerodrome ini di fokuskan untuk menganalisa ruang bebas taxiway2 terhadap terminal 2 Juanda Surabaya.

Jarak antara taxiway2 dengan terminal 2 adalah 300 meter. Dengan tinggi terminal 2 adalah 18 m. Persyaratan ketinggian imaginary surface adalah 7:1 dari jarak horizontal antara taxiway2 dengan terminal 2.

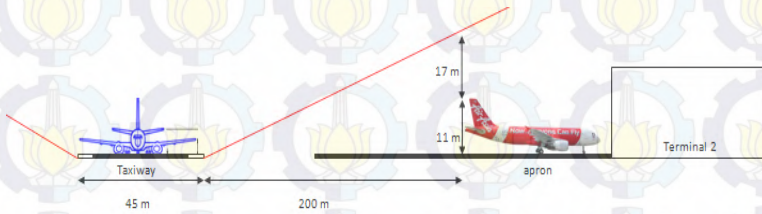
Dari analisis tersebut dapat digambarkan seperti **Gambar**

4.3



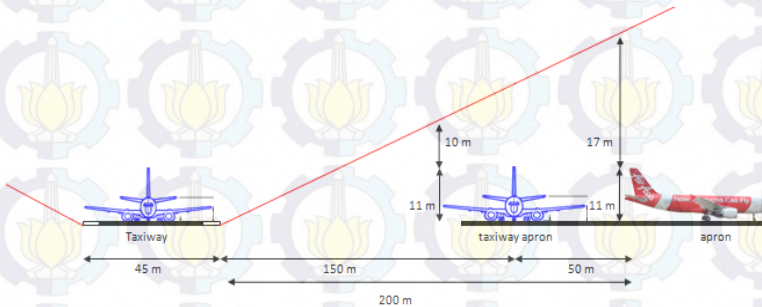
Gambar 4.3 Jarak Minimum Ruang Bebas ketika pesawat berada di Runway atau taxiway

Jarak antara taxiway2 dengan ekor pesawat yang berada di apron adalah 200 m. Tinggi ekor pesawat 11 m. Hasil analisis digambarkan seperti pada **gambar 4.4**

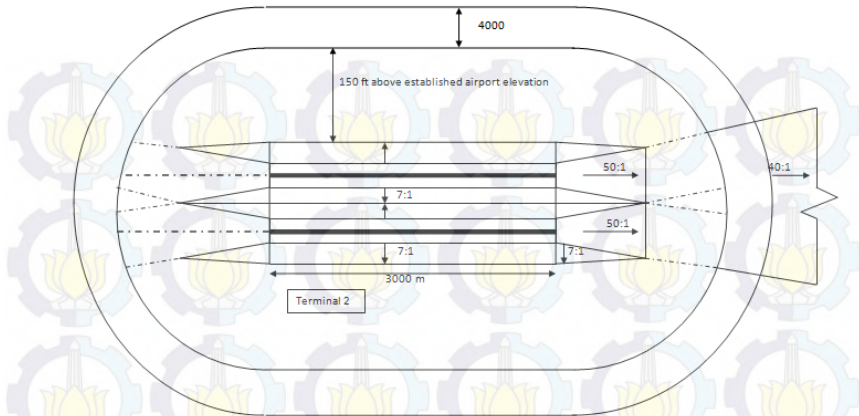


Gambar 4.4 Jarak Minimum Ruang Bebas Pesawat di Taxiway 2 dengan Pesawat di Apron

Jarak antara taxiway2 dengan pesawat yang berada di taxiway apron adalah 150 m. Tinggi ekor pesawat 11 m. Hasil analisis digambarkan seperti pada **gambar 4.5**



Gambar 4.5 Jarak Minimum Ruang Bebas Pesawat di Taxiway 2 dengan Pesawat di Taxiway Apron



Gambar 4.6 Imaginary Surface untuk runway paralel

Dengan demikian taxiway2 telah memenuhi persyaratan Kawasan Keselematan Operasional Penerbangan untuk dijadikan runway.

4.3 Persyaratan Kekuatan ACN vs PCN

Untuk menghitung kuat tidaknya suatu landasan pacu untuk melayani pesawat yang akan mendarat dan lepas landas, kita harus membandingkan ACN dan PCN

4.3.1 Nilai ACN Pesawat yang beroperasi di Bandara Juanda

ACN (Aircraft Classification Number) dikeluarkan oleh pihak produsen pesawat terbang. Untuk itu dalam analisa ini akan digunakan ACN dari pesawat yang biasa beroperasi di Bandara Juanda. Pesawat yang beroperasi di Bandara Juanda adalah Boeing 737 series, Airbus A320, ATR dan CRJ.

Tabel 4.1 Jenis Pesawat yang beroperasi pada Bandara Juanda

Jenis Pesawat
Airbus A330-200
Airbus A330-300
Airbus A320-200
Boeing B737-300
Boeing B737-400
Boeing B737-500
Boeing B737-800
Boeing B737-900
ATR 72
CRJ

Tabel 4.2 Aircraft Classification Number (ACN) Boeing 737

AIRCRAFT MODEL	ALL-UP MASS/ OPERATING MASS EMPTY LB (KG)	LOAD ON ONE MAIN GEAR LEG (%)	TIRE PRESSURE PSI (MPa)	ACN FOR RIGID PAVEMENT SUBGRADES - MN/m ²				ACN FOR FLEXIBLE PAVEMENT SUBGRADES - CBR			
				HIGH 150	MEDIUM 80	LOW 40	ULTRA LOW 20	HIGH 15	MEDIUM 10	LOW 6	ULTRA LOW 3
737-100	111,000 (50,349)	45.95	157 (1.08)	27	29	31	32	25	26	29	33
	62,000 (28,123)			14	15	16	17	13	13	14	16
737-200	128,600 (58,332)	45.96	182 (1.25)	34	36	38	39	30	31	35	39
	65,300 (29,620)			15	16	17	18	14	14	15	17
737-300	140,000 (63,503)	45.43	201 (1.38)	38	40	42	43	33	35	39	43
	72,540 (32,904)			17	18	19	20	15	16	17	20
737-400	150,500 (68,266)	46.91	185 (1.27)	42	44	47	48	37	39	44	48
	74,170 (33,643)			18	19	20	21	16	17	18	21
737-500	134,000 (60,781)	46.12	194 (1.33)	37	38	40	42	32	33	37	41
	69,030 (31,311)			17	18	19	20	15	15	16	19
737-600	145,000 (65,771)	45.83	182 (1.25)	37	39	41	43	33	34	38	44
	80,200 (36,378)			19	19	21	22	17	17	19	21
737-600	144,000 (65,317)	45.83	168 (1.15)	36	38	40	42	33	34	38	43
	80,200 (36,378)			18	19	20	22	17	17	18	21
737-700	155,000 (70,307)	45.85	197 (1.36)	41	43	46	47	36	38	42	47
	83,000 (37,648)			19	20	22	23	18	18	19	22
737-700	155,000 (70,307)	45.85	179 (1.23)	40	42	45	47	36	37	42	47
	83,000 (37,648)			20	21	22	23	18	18	19	22
737 BBJ	171,500 (77,790)	45.86	204 (1.41)	47	49	52	54	41	43	48	53
	100,000 (45,360)			25	26	28	29	22	23	24	28
737-800	174,700 (79,242)	46.79	204 (1.41)	49	52	54	56	43	45	50	55
	91,300 (41,413)			23	24	25	27	20	21	22	26
737 BBJ2	174,700(79,260)	46.79	204 (1.41)	49	52	54	56	42	45	50	55
	100,000(45,360)			24	26	28	30	22	23	25	29
737-900	174,700 (79,242)	46.79	204 (1.41)	49	52	54	56	43	45	50	55
	94,580 (42,901)			24	25	27	28	21	22	23	27
737-900ER	188,200(85,366)	47.29	220 (1.52)	56	58	61	63	48	51	56	61
	98,495(44,676)			26	27	29	30	22	23	25	29

NOTE: VALUES FOR 737-700, -800, -900, -900ER ARE VALID FOR MODELS WITH AND WITHOUT WINGLETS.

(Sumber: Boeing)

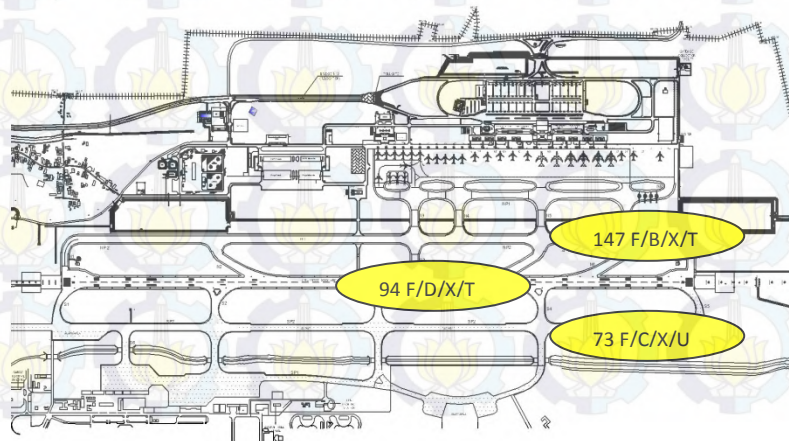
Tabel 4.3 ACN Airbus A320, A330 dan ATR 72

Aircraft	Weight Max/Min [kN]	Load on one main gear [%]	Tire Pressure [MPa]	Flexible Pavement Subgrades CBR [%]				Rigid Pavement Subgrades k [MPa·m]					
				High		Medium		Low		V.Low		V.Low	
				A	B	C	D	A	B	C	D		
				15	10	6	3	150	80	40	20		
A320-100	667 390		1.21	35 19	36 19	40 21	46 24	38 30	41 22	43 25	45 25		
A320-200	725 402		1.03	37 19	39 19	44 21	50 25	40 20	43 21	45 23	48 24		
A320-200	744 422		1.14	39 20	40 21	45 22	51 26	42 22	45 23	48 25	50 26		
A330-200	2264 1650		1.42	62 42	67 45	78 50	106 67	53 37	61 41	73 48	85 55		
A330-300	2088 1638		1.31	55 41	60 44	70 50	94 66	46 36	54 39	64 46	75 54		
ATR 72 (Aerospatiale)	211 125	0.79		11 6	12 6	14 7	15 8	13 7	14 7	14 8	15 8		

(Sumber: google)

4.3.2 Nilai PCN Bandara Juanda

PCN (Pavement Classification Number) dikeluarkan oleh pihak bandara untuk menunjukkan kekuatan landasan pacu, taxiway dan apron.

**Gambar 4.7** Nilai PCN pada Bandara Juanda

Bagian pertama PCN adalah nilai numerik PCN. Untuk menunjukkan kapasitas membawa beban dari jalan tersebut. Nilai tersebut dihitung berdasarkan sejumlah faktor, seperti geometri pesawat dan pola lalu lintas jalan tersebut. Bagian kedua adalah penggolongan jenis jalan. Biasanya disimbolkan R (Rigid) dan F (Flexible). Bagian ketiga untuk menggolongkan jenis kekuatan yang ada di bawah jalan tersebut. Disimbolkan dengan huruf A sampai D. A untuk tanah dasar sangat kuat. Sedangkan D untuk tanah dasar sangat lemah. Seperti pada **Tabel 2.3**

Taxiway2 memiliki PCN 73/F/C/X/U artinya perkerasan taxiway tersebut memiliki kekuatan maksimum senilai 73 untuk perkerasan Flexible (Aspal) dengan jenis kekuatan C (Low) dengan metode evaluasi menggunakan metode dari produsen pesawat.

4.3.3 Perbandingan nilai PCN dan ACN

Untuk perbandingan ACN dengan PCN maka di bandingkan dengan nilai ACN yang dikeluarkan pihak produsen pesawat seperti disajikan pada **Tabel 4.2** dan **Tabel 4.3**. Sedangkan pada taxiway2 nilai PCN maksimum sebesar 73. Sehingga taxiway2 memenuhi syarat untuk melayani semua pesawat yang sudah beroperasi pada Bandara Juanda yang akan mendarat dan lepas landas dalam segi kekuatan PCN.

4.4 Persyaratan Teknis Takeoff dan Landing

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi persyaratan teknis Takeoff dan Landing. Untuk pesawat konvensional seperti pesawat penumpang membutuhkan landasan dengan panjang landasan yang umum digunakan berdasarkan pertimbangan teknis tertentu. Umumnya panjang landasan yang digunakan adalah sekitar 1.5 km sampai dengan 3 km tergantung dari letak geografis dan iklim dimana bandara tersebut berada. Makin tinggi

letak ketinggian bandara serta makin panas iklim bandara tersebut maka panjang landasan yang dibutuhkan lebih panjang dari biasanya, karena pengaruh tekanan dan kerapatan udara. Bandara Juanda berada pada ketinggian 3 m diatas permukaan air laut (wikipedia).

Persyaratan landasan juga ditentukan dari ukuran pesawat. Pada umumnya semakin besar ukuran pesawat yang mendarat maka semakin panjang landasan yang dibutuhkan. Meskipun beberapa pesawat tertentu yang berukuran besar mampu mendarat di landasan yang pendek. Oleh karena itu persyaratan landasan bisa ditentukan dari pihak produsen pesawat itu sendiri. Pihak produsen pesawat akan memberikan data *Aircraft Performance*.

Data ini berupa diagram untuk contoh perhitungan kebutuhan panjang dan lebar runway. Aircraft performance ini ada dalam aircraft characteristic manual for airport design (Sumber: Boeing, Airbus). Yang dikeluarkan oleh produsen pesawat.

Tabel 4.4 MTOW dan MLW Pesawat yang Beroperasi di Juanda

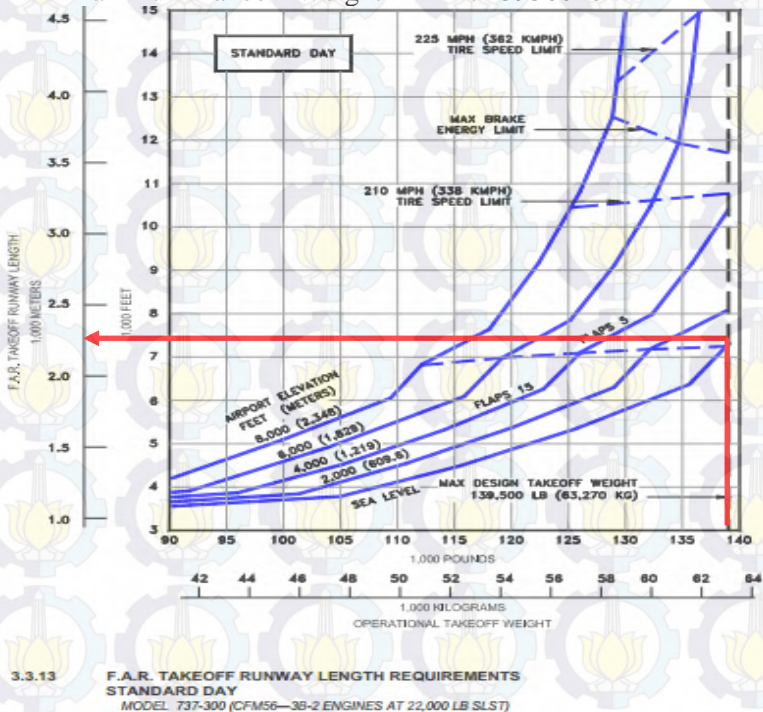
Jenis Pesawat	MTOW	MLW
Boeing B737-300	138500 lb	114000 lb
Boeing B737-400	150000 lb	121000 lb
Boeing B737-500	133500 lb	110000 lb
Boeing B737-800	174200 lb	146300 lb
Boeing B737-900	187700 lb	157300 lb
Airbus A330-300	507063 lb	396832 lb
Airbus A330-200	467380 lb	383604 lb
Airbus A320-200	169754 lb	142196 lb
CRJ	36500 lb	33340 lb
ATR 72	49603 lb	49273 lb

4.4.1 Kebutuhan panjang runway

Cara perhitungan panjang runway ini dengan melihat diagram dari Aircraft Performance kemudian mengikuti syarat Maximum Takeoff Weight (MTOW) sampai ketinggian sea level. Seperti pada Gambar 4.6

4.4.1.1 Persyaratan Takeoff

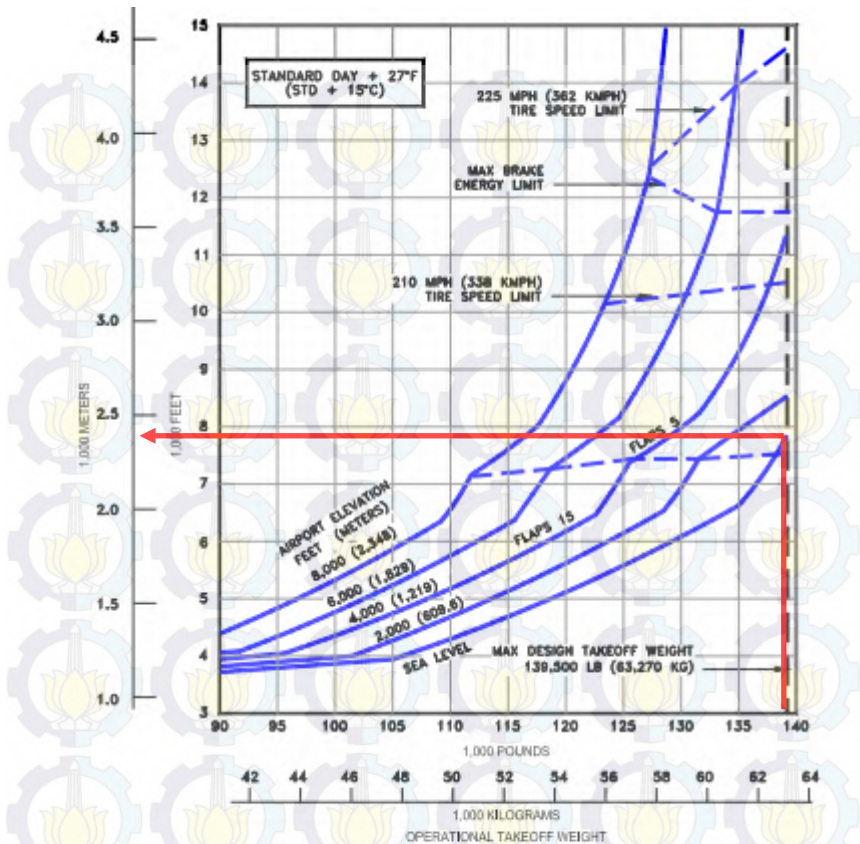
- Boeing 737-300
Maximum Takeoff Weight : 139500 lb



Gambar 4.8 Diagram Takeoff Runway Length Requirement Boeing 737-300 Standard Day

Panjang take-off runway pada suhu standar (14,84°C):

Panjang dasar = 7400ft = 2250 m (dari grafik)



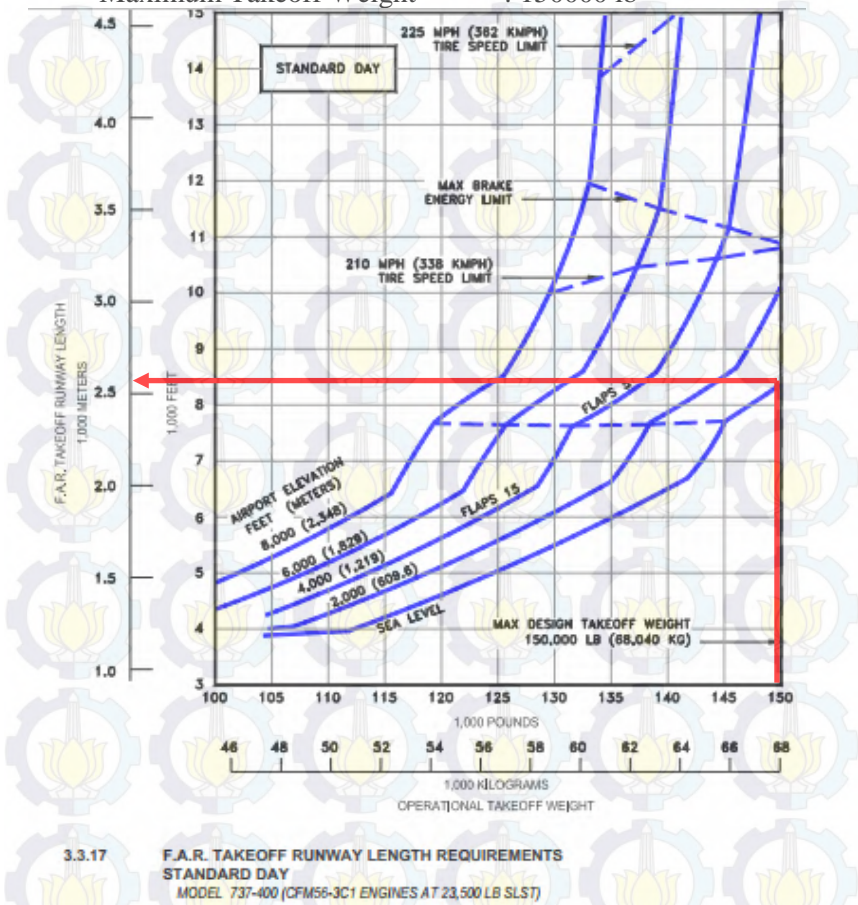
4 F.A.R. TAKEOFF RUNWAY LENGTH REQUIREMENTS
 STANDARD DAY +27°F (STD + 15°C)
 MODEL 737-300 (CFM56-3B-2 ENGINES AT 22,000 LB SLST)

Gambar 4.9 Diagram Takeoff Runway Length Requirement Boeing 737-300 Standard Day +15°C

Panjang take-off runway pada suhu standard + 15°C (29,84°C):

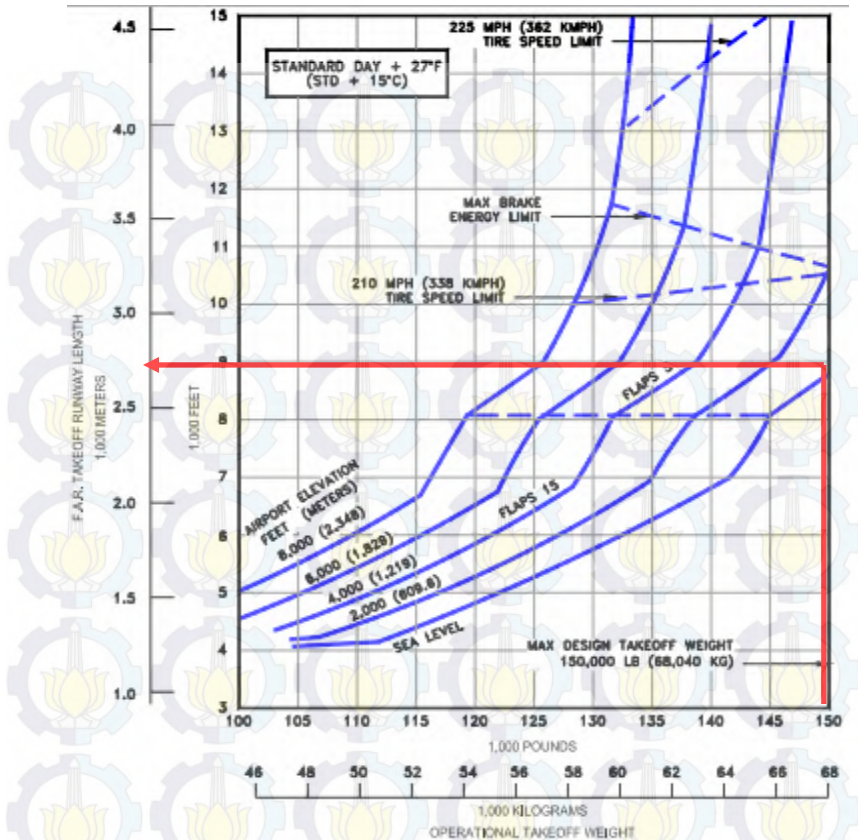
Panjang dasar = 7900ft = 2402 m (dari grafik)

- Boeing 737-400
Maximum Takeoff Weight : 150000 lb



Gambar 4.10 Diagram Takeoff Runway Length Requirement Boeing 737-400 Standard Day

Panjang take-off runway pada suhu standar (14,84°C):
Panjang dasar = 8300ft = 2530 m (dari grafik)



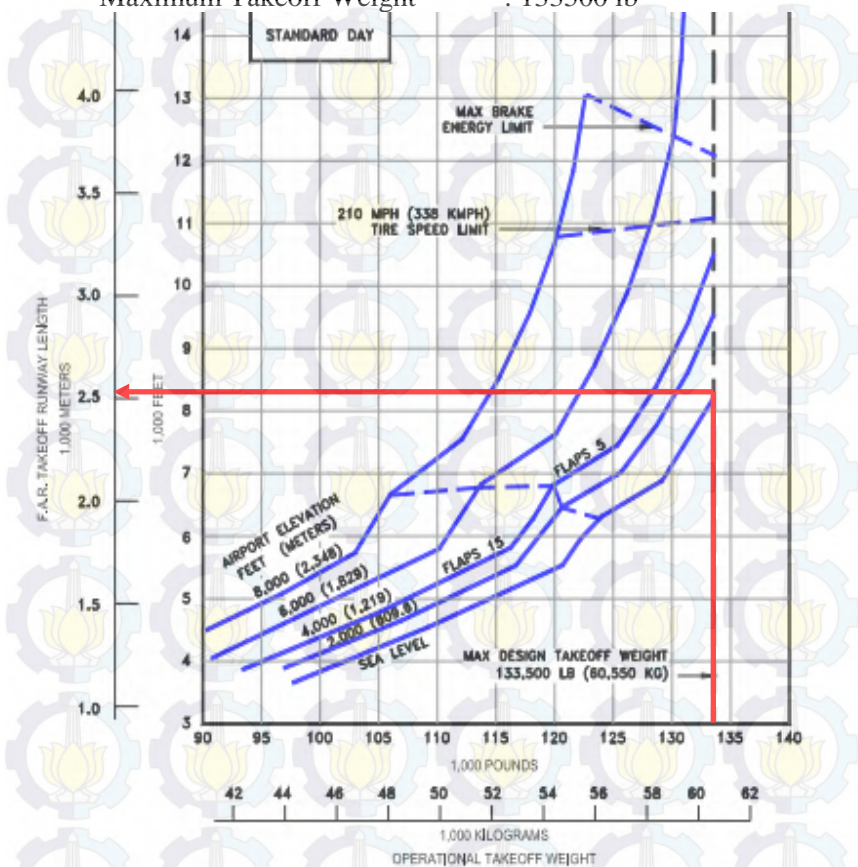
F.A.R. TAKEOFF RUNWAY LENGTH REQUIREMENTS
STANDARD DAY +27°F (STD + 15°C)
 MODEL 737-400 (CFM56-3C1 ENGINES AT 23,500 LB SLST)

Gambar 4.11 Diagram Takeoff Runway Length Requirement Boeing 737-400 Standard Day +15°C

Panjang take-off runway pada suhu standard + 15°C (29,84°C):

Panjang dasar = 8900 ft = 2713 m (dari grafik)

- Boeing 737-500
Maximum Takeoff Weight : 133500 lb

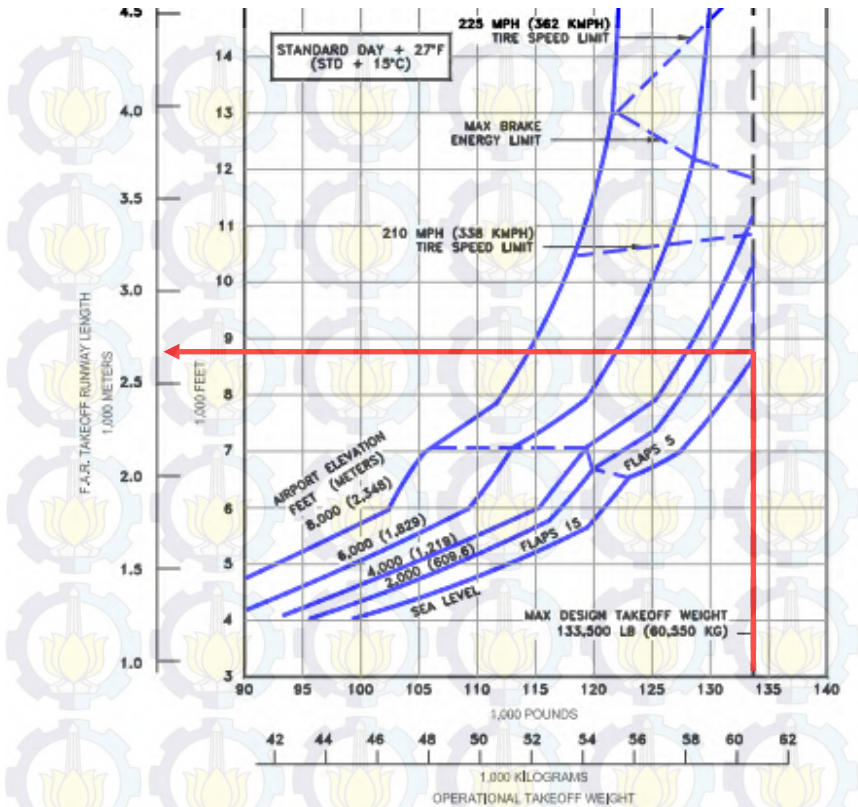


3.3.19 F.A.R. TAKEOFF RUNWAY LENGTH REQUIREMENTS
STANDARD DAY
MODEL 737-500 (CFM56-3B-1 ENGINES AT 20,000 LB SLST)

Gambar 4.12 Diagram Takeoff Runway Length Requirement Boeing 737-500 Standard Day

Panjang take-off runway pada suhu standard (14,84°C):

Panjang dasar = 8200ft = 2500 m (dari grafik)



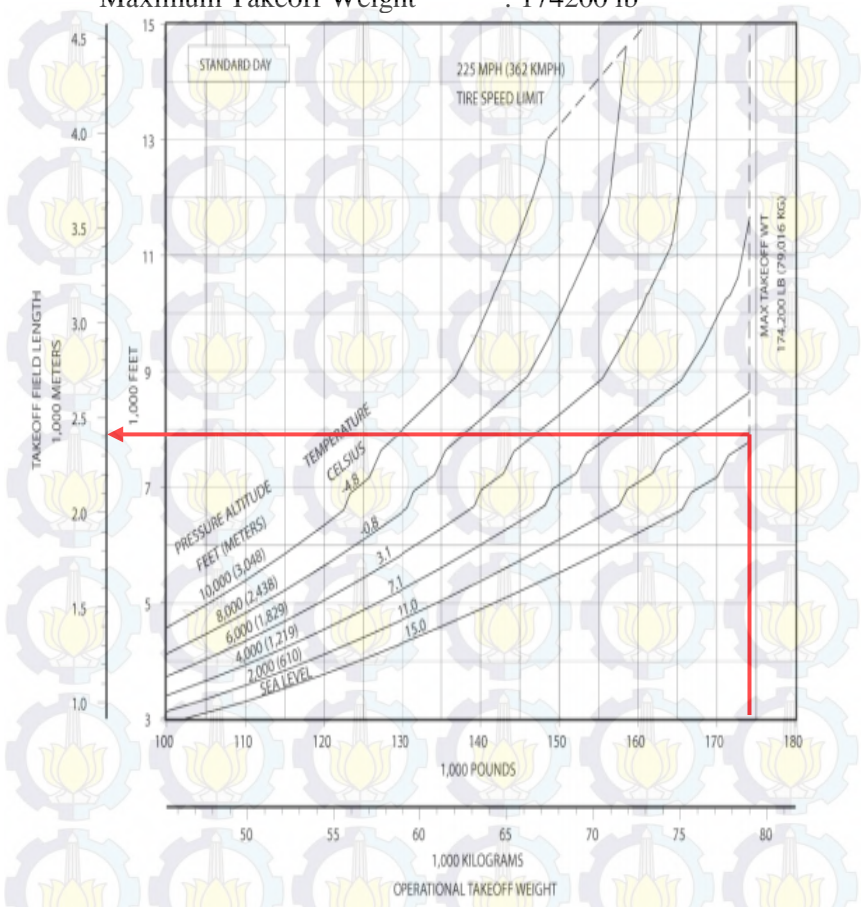
F.A.R. TAKEOFF RUNWAY LENGTH REQUIREMENTS
STANDARD DAY +27°F (STD + 15°C)
MODEL 737-500 (CFM56-3E-1 ENGINES AT 20,000 LB SLST)

Gambar 4.13 Diagram Takeoff Runway Length Requirement Boeing 737-500 Standard Day +15°C

Panjang take-off runway pada suhu standard + 15°C (29,84°C):

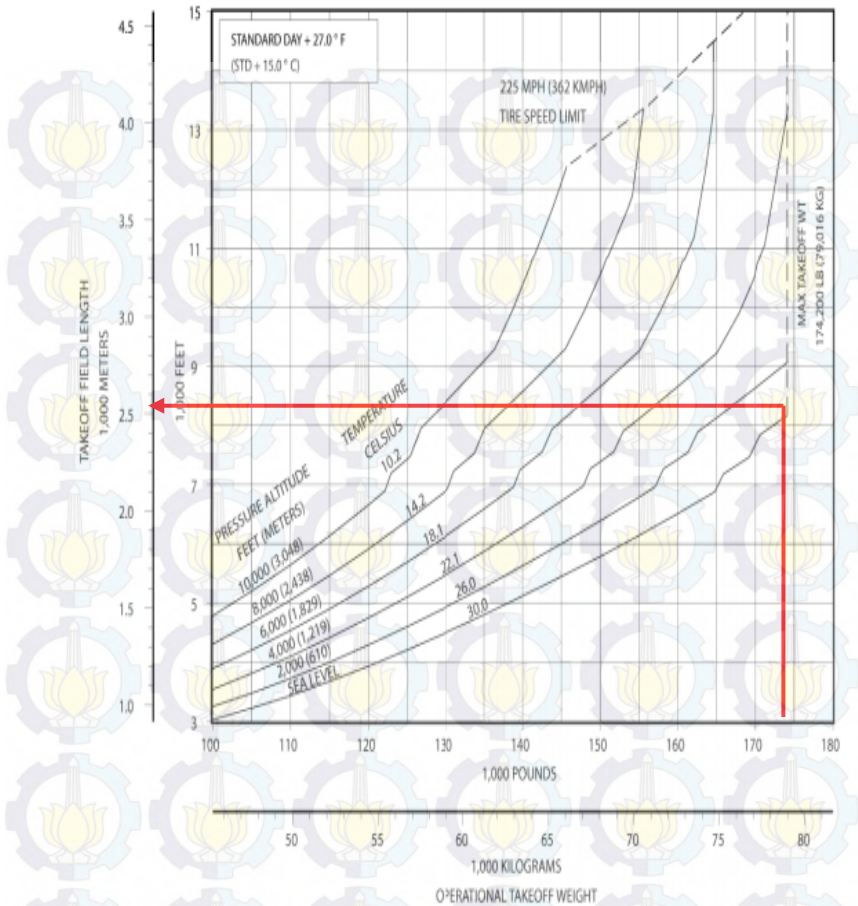
Panjang dasar = 8800 ft = 2682 m (dari grafik)

- Boeing 737-800
Maximum Takeoff Weight : 174200 lb



Gambar 4.14 Diagram Takeoff Runway Length Requirement Boeing 737- 800 Standard Day

Panjang take-off runway pada suhu standard (14,84°C):
Panjang dasar = 7900 ft = 2402 m (dari grafik)

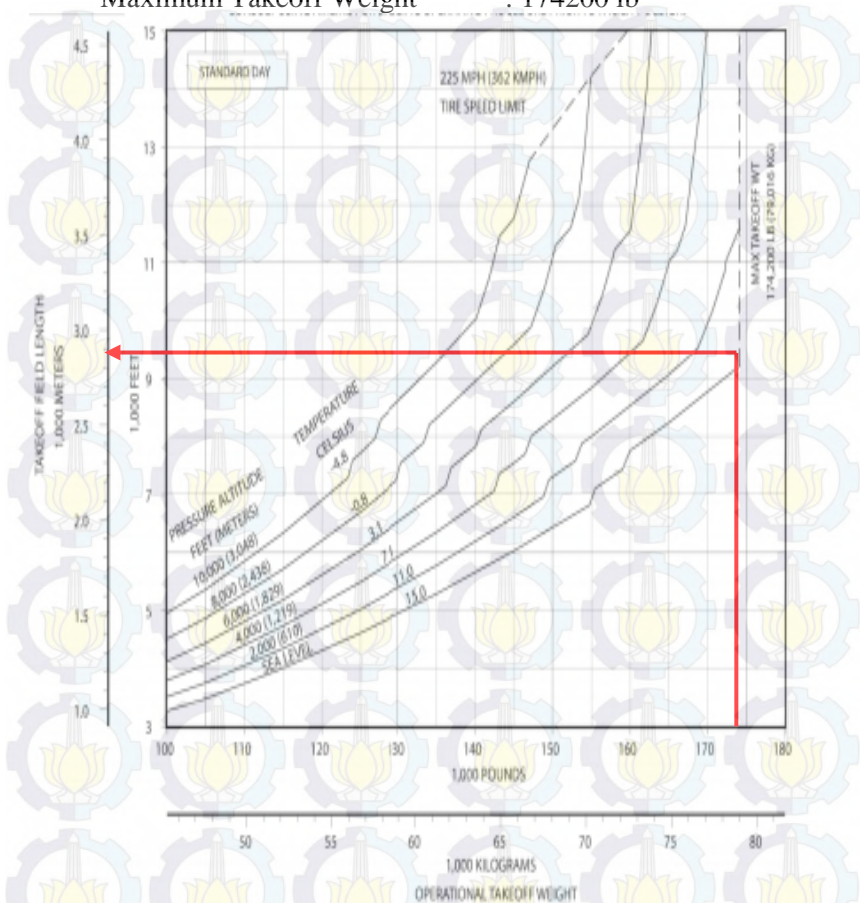


Gambar 4.15 Diagram Takeoff Runway Length Requirement Boeing 737-800 Standard Day +15°C

Panjang take-off runway pada suhu standard + 15°C (29,84°C):

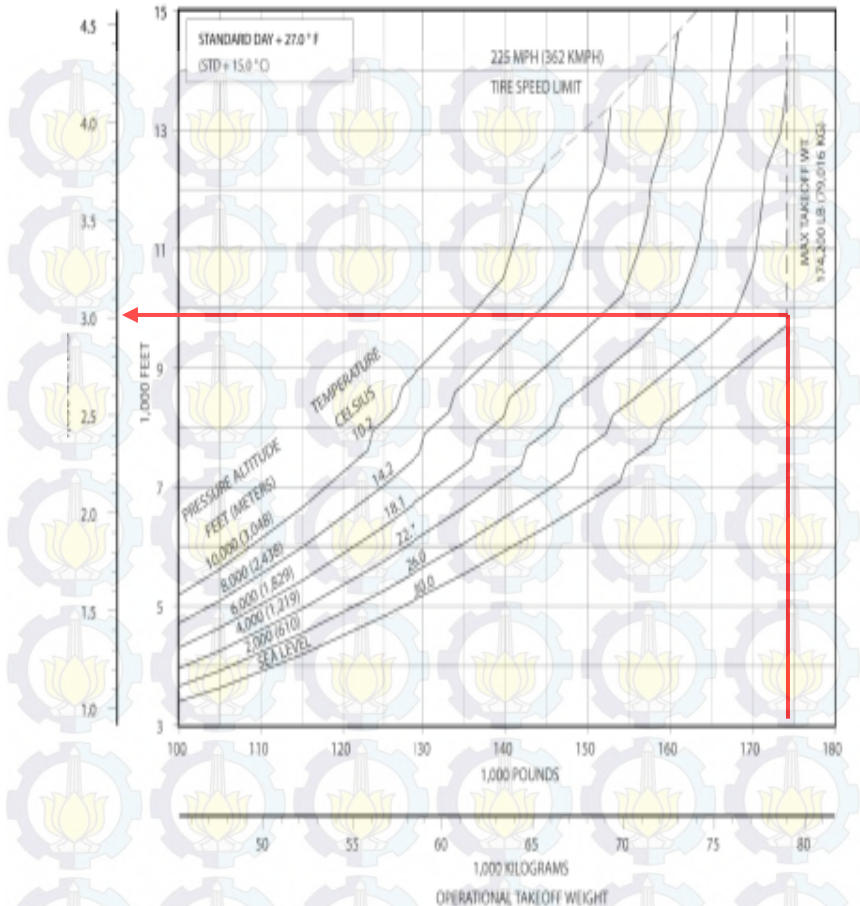
Panjang dasar = 8200 ft = 2500 m (dari grafik)

- Boeing 737-900
Maximum Takeoff Weight : 174200 lb



Gambar 4.16 Diagram Takeoff Runway Length Requirement Boeing 737- 900 Standard Day, Dry Runway

Panjang take-off runway pada suhu standar (14,84°C):
Panjang dasar = 9300 ft = 2804 m (dari grafik)

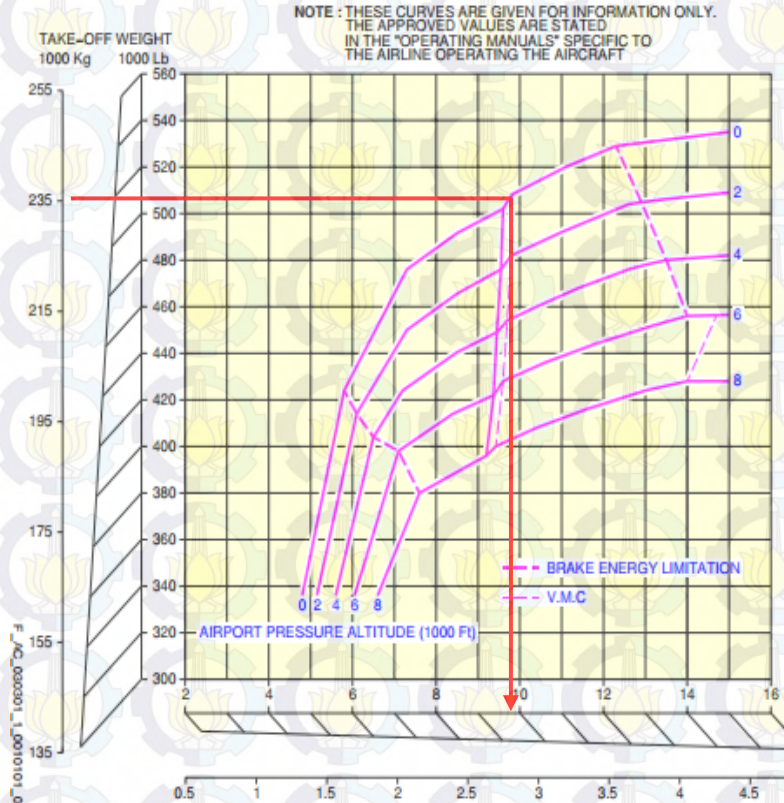


Gambar 4.17 Diagram Takeoff Runway Length Requirement Boeing 737-900 Standard Day +15°C

Panjang take-off runway pada suhu standard + 15°C (29,84°C):

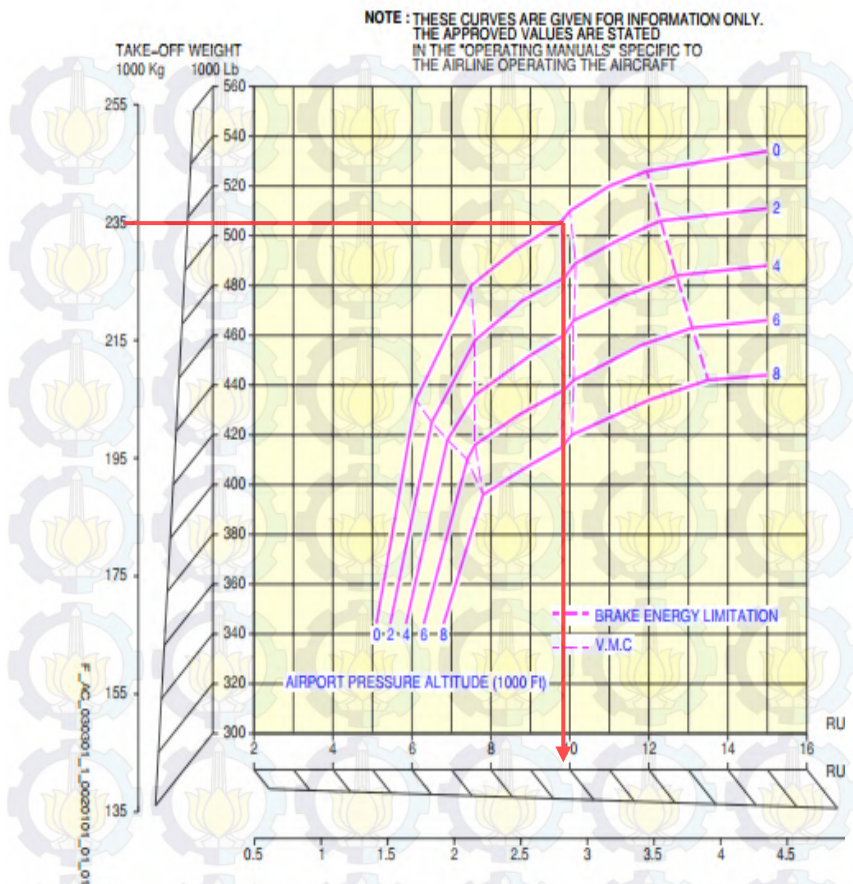
Panjang dasar = 9800 ft = 2980 m (dari grafik)

- Airbus 330-300
 Maximum Takeoff Weight : 507063 lb



Gambar 4.18 Diagram Takeoff Runway Length Requirement Airbus 330-300 Standard Day, Dry Runway

Panjang take-off runway pada suhu standar (14,84°C):
 Panjang dasar = 9800 ft = 2980 m (dari grafik)

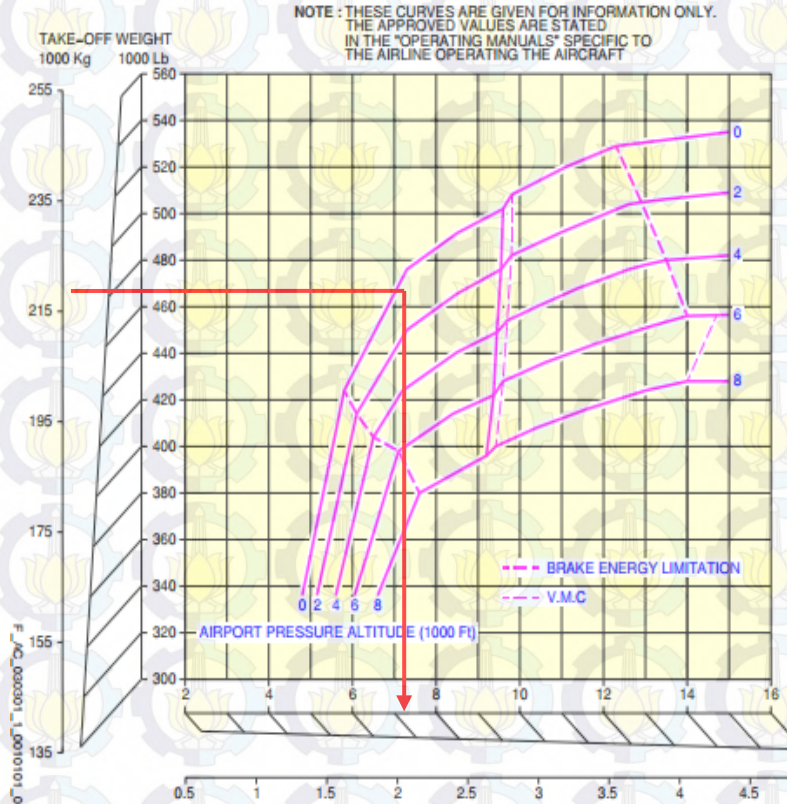


Gambar 4.19 Diagram Takeoff Runway Length Requirement Airbus 330-300 Standard Day +15°C

Panjang take-off runway pada suhu standard + 15°C (29,84°C):

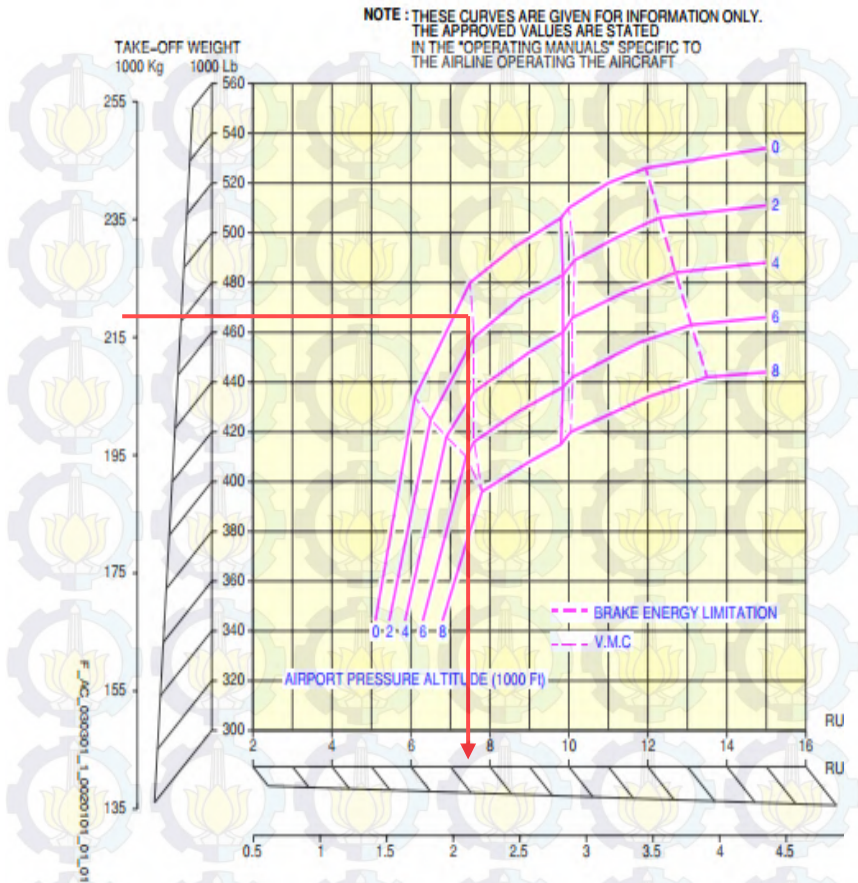
Panjang dasar = 9850 ft = 2995 m (dari grafik)

- Airbus 330-200
 Maximum Takeoff Weight : 467380 lb



Gambar 4.20 Diagram Takeoff Runway Length Requirement Airbus 330-200 Standard Day, Dry Runway

Panjang take-off runway pada suhu standar (14,84°C):
 Panjang dasar = 7200 ft = 2189 m (dari grafik)

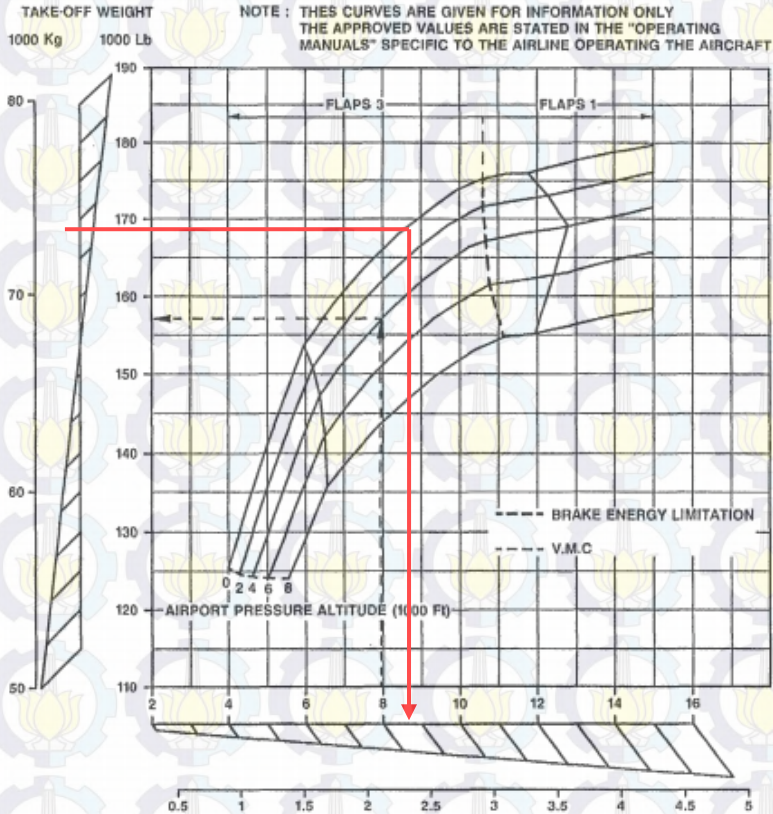


Gambar 4.21 Diagram Takeoff Runway Length Requirement Airbus 330-200 Standard Day +15°C

Panjang take-off runway pada suhu standard + 15°C (29,84°C):

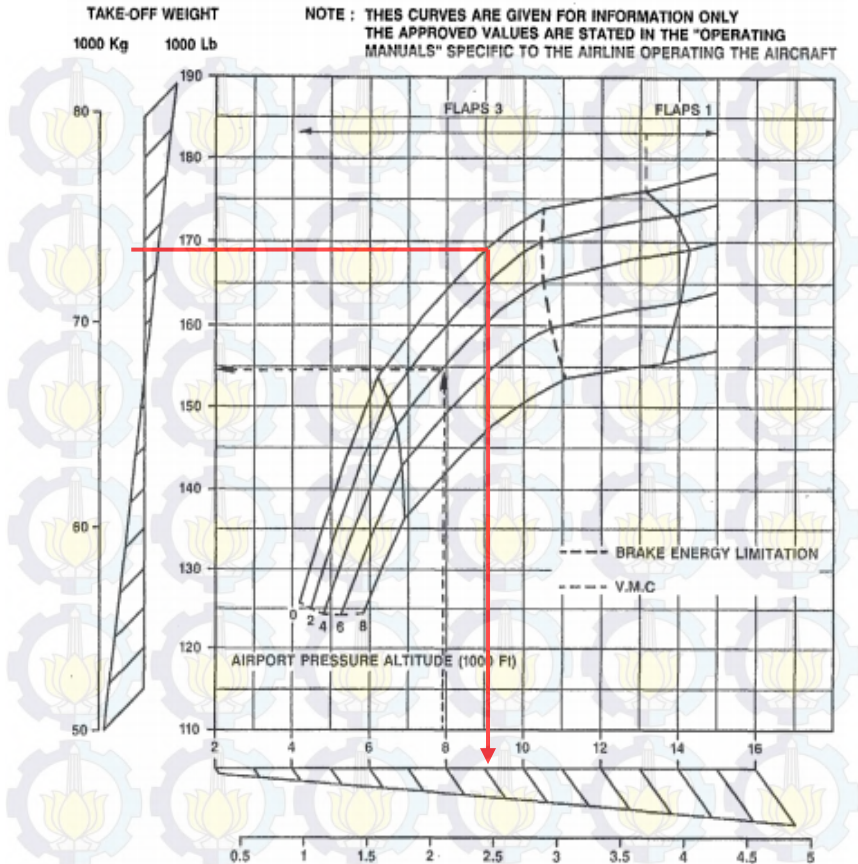
Panjang dasar = 7400 ft = 2250 m (dari grafik)

- Airbus 320-200
Maximum Takeoff Weight : 169754 lb



Gambar 4.22 Diagram Takeoff Runway Length Requirement Airbus 320-200 Standard Day, Dry Runway

Panjang take-off runway pada suhu standar (14,84°C):
Panjang dasar = 8800 ft = 2675 m (dari grafik)

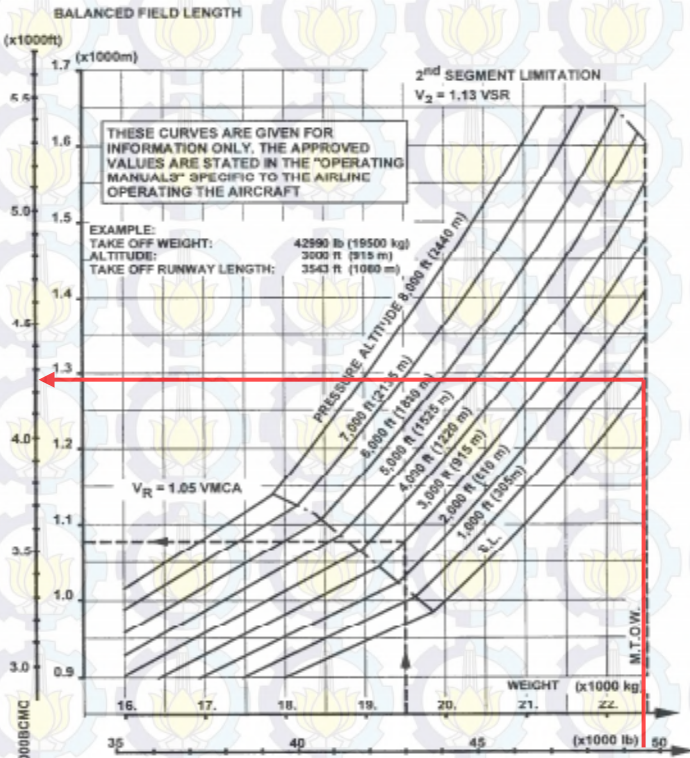


Gambar 4.23 Diagram Takeoff Runway Length Requirement Airbus 320-200 Standard Day +15°C

Panjang take-off runway pada suhu standard + 15°C
(29,84°C):

Panjang dasar = 9100 ft = 2766 m (dari grafik)

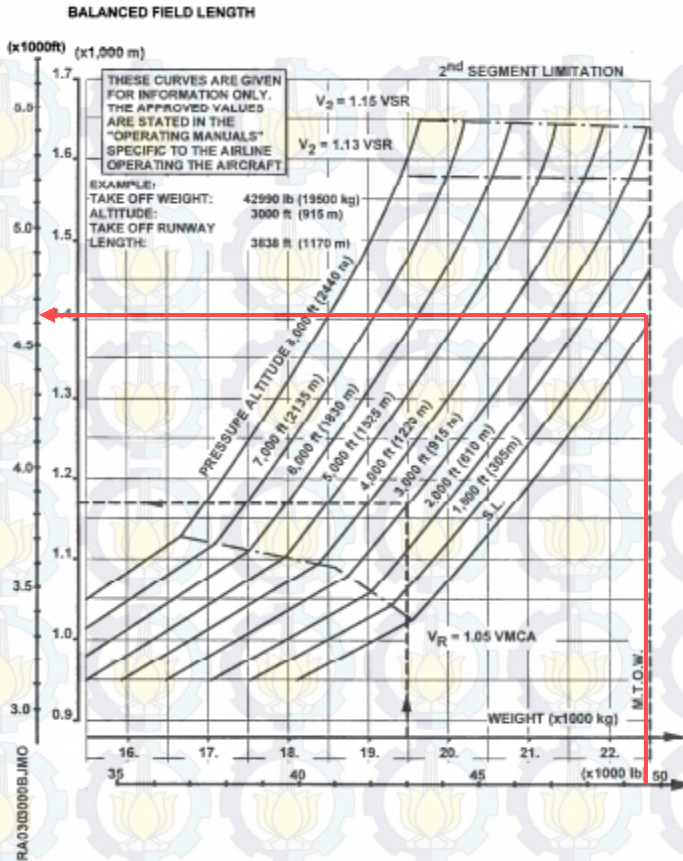
- ATR-72
Maximum Takeoff Weight : 49603 lb



3.3 F.A.R. TAKE-OFF RUNWAY LENGTH REQUIREMENTS
3.3.1 ISA CONDITIONS - FLAPS 15" (72-210A VERSION)

Gambar 4.24 Diagram Takeoff Runway Length Requirement ATR-72 Standard Day, Dry Runway

Panjang take-off runway pada suhu standar (14,84°C):
Panjang dasar = 4290 ft = 1304 m (dari grafik)



3.3 F.A.R. TAKE-OFF RUNWAY LENGTH REQUIREMENTS
 5.5.4 ISA + 15°C CONDITIONS - ISA + 27°C CONDITIONS
 FLAPS 15° (72-210A VERSION)

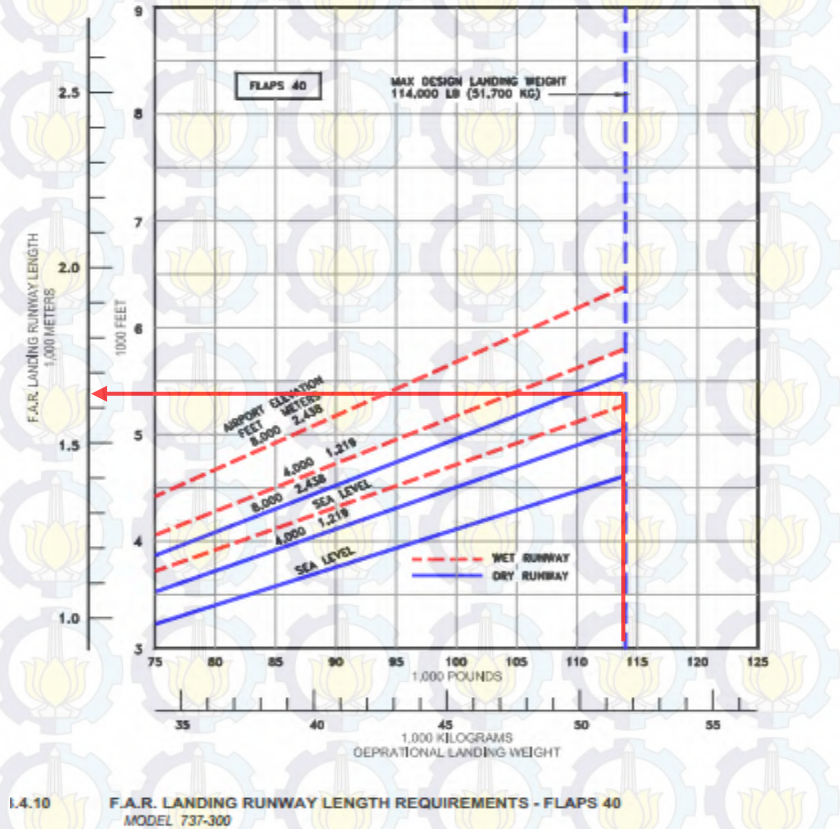
Gambar 4.25 Diagram Takeoff Runway Length Requirement ATR-72 Standard Day +15°C

Panjang take-off runway pada suhu standard + 15°C (29,84°C):

Panjang dasar = 4610 ft = 1401 m (dari grafik)

4.4.1.2 Persyaratan Landing

- Boeing 737-300
Maximum Landing Weight : 114000 lb

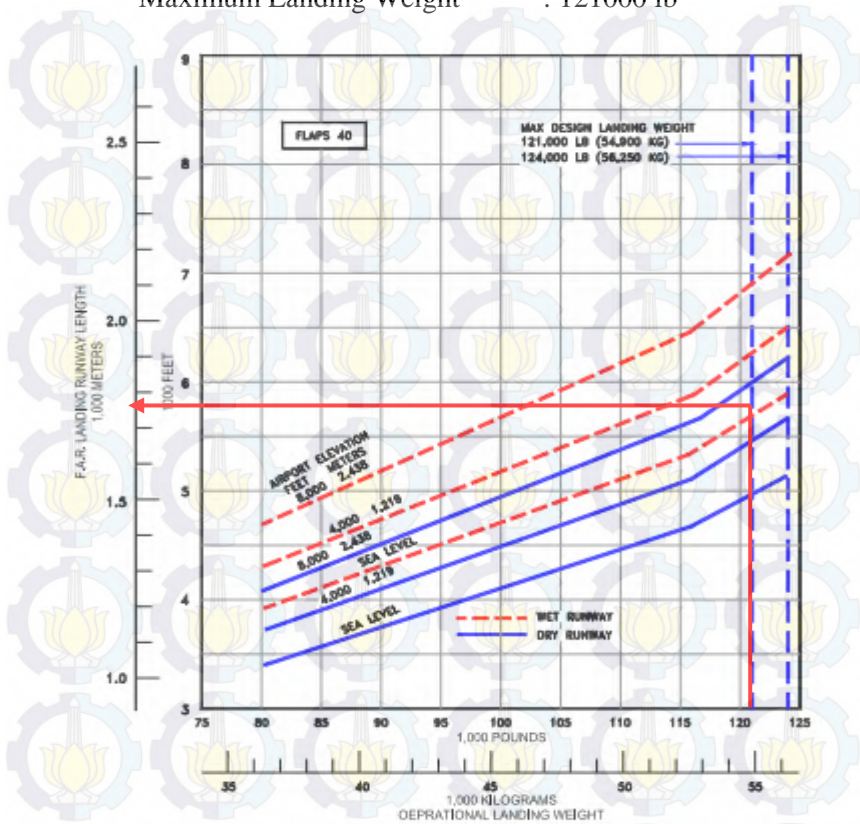


Gambar 4.26 Diagram Landing Runway Length Requirement Boeing 737- 300 Flaps 40

Panjang landing runway flaps 40

Panjang dasar = 5400 ft = 1642 m (dari grafik)

- Boeing 737-400
Maximum Landing Weight : 121000 lb



3.4.13

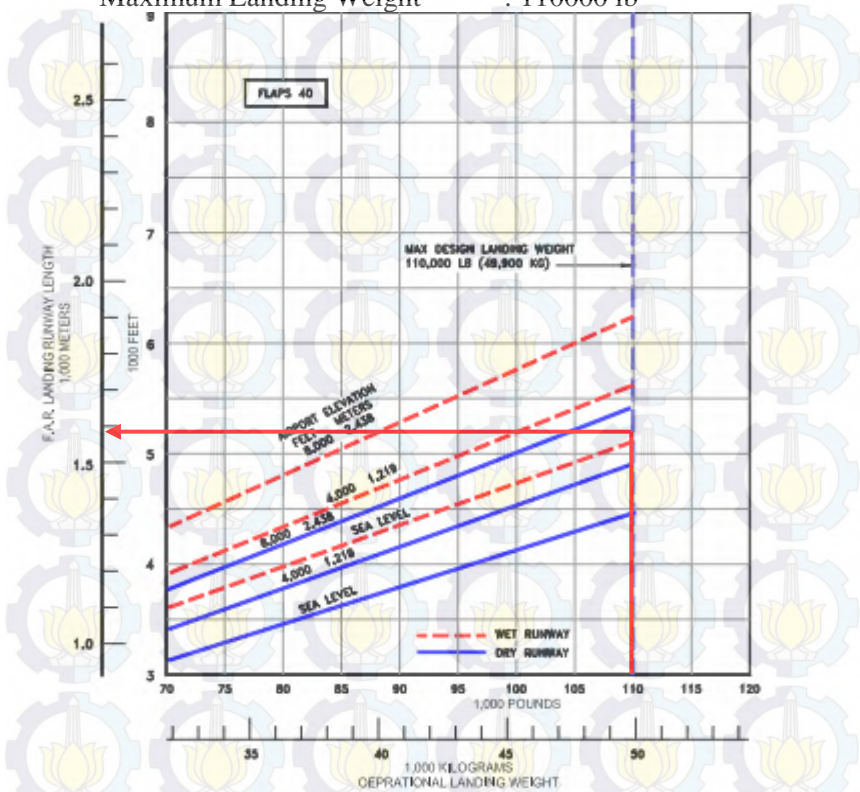
F.A.R. LANDING RUNWAY LENGTH REQUIREMENTS - FLAPS 40
MODEL 737-400

Gambar 4.27 Diagram Landing Runway Length Requirement Boeing 737- 400 Flaps 40

Panjang landing runway flaps 40

Panjang dasar = 5700 ft = 1733 m (dari grafik)

- Boeing 737-500
Maximum Landing Weight : 110000 lb



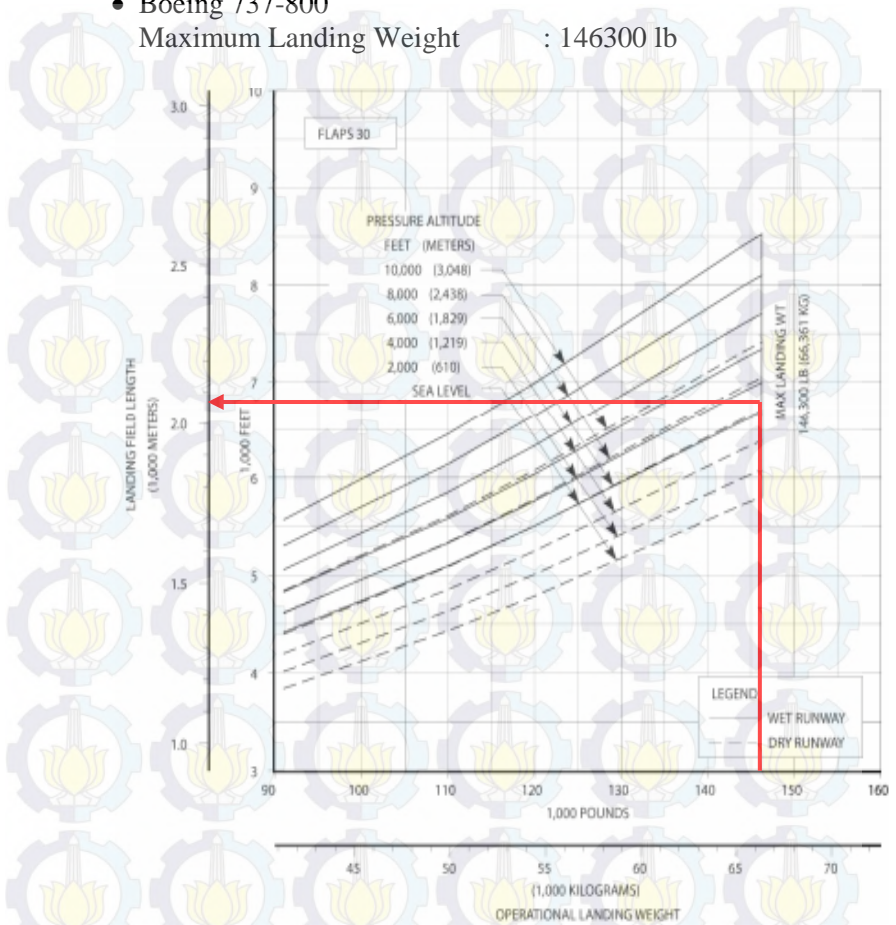
.16 F.A.R. LANDING RUNWAY LENGTH REQUIREMENTS - FLAPS 40
MODEL 737-500

Gambar 4.28 Diagram Landing Runway Length Requirement Boeing 737- 500 Flaps 40

Panjang landing runway flaps 40

Panjang dasar = 5200 ft = 1581 m (dari grafik)

- Boeing 737-800
Maximum Landing Weight : 146300 lb

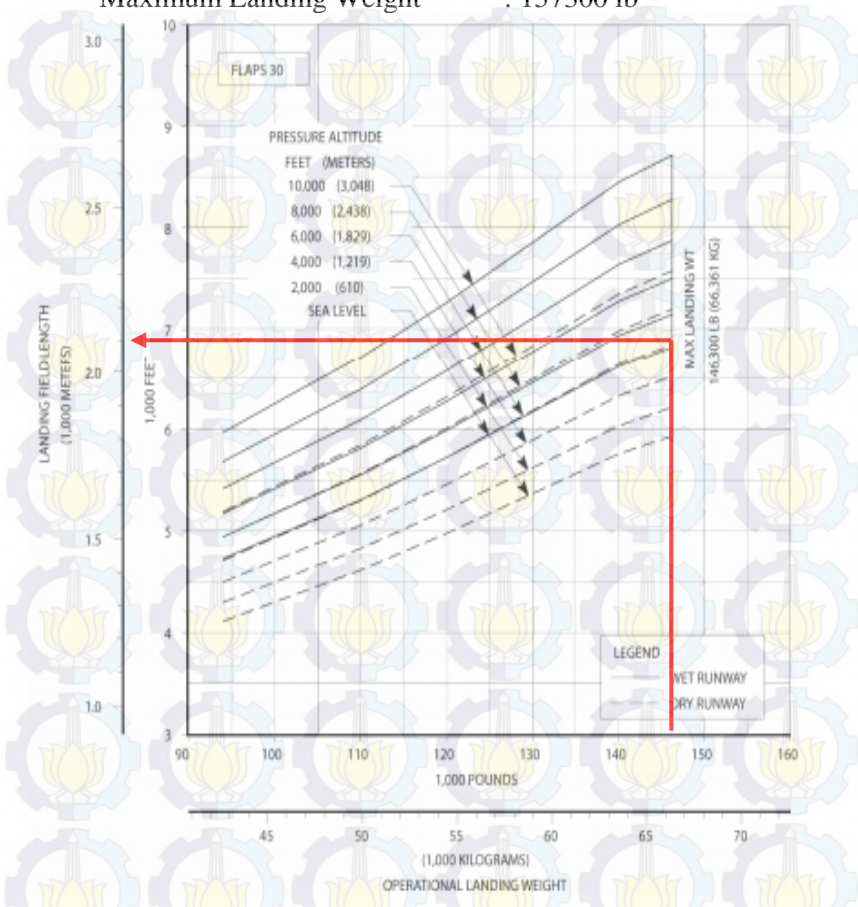


Gambar 4.29 Diagram Landing Runway Length Requirement Boeing 737- 800 Flaps 30

Panjang landing runway flaps 30

Panjang dasar = 6700 ft = 2037 m (dari grafik)

- Boeing 737-900
Maximum Landing Weight : 157300 lb

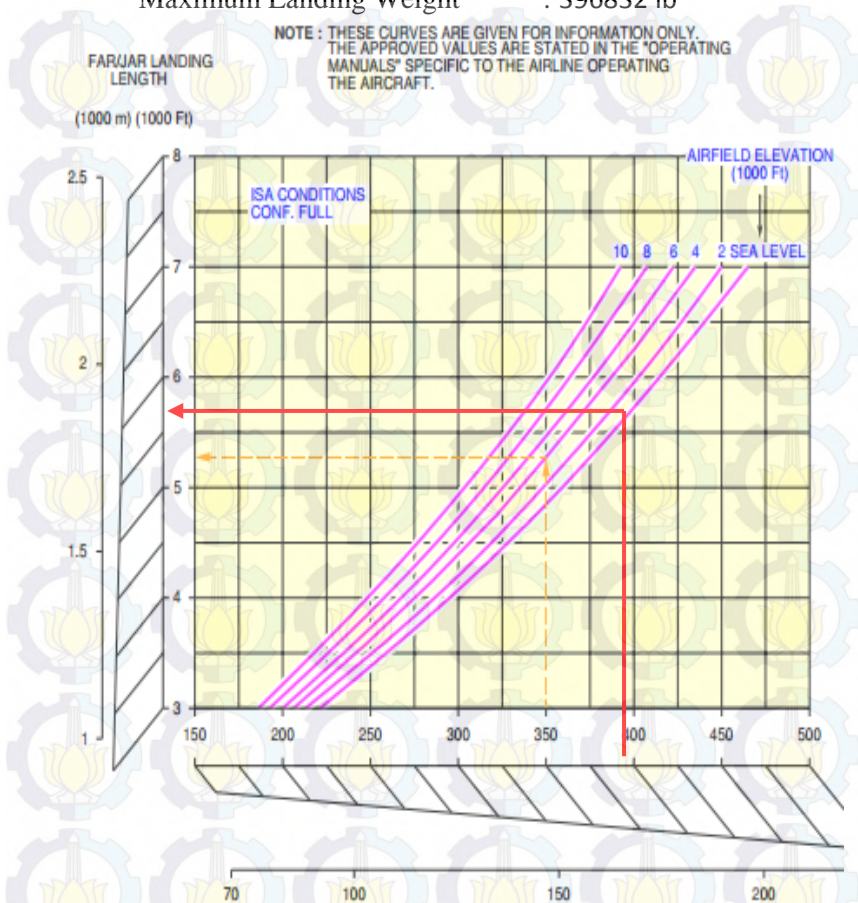


Gambar 4.30 Diagram Landing Runway Length Requirement Boeing 737- 900 Flaps 30

Panjang landing runway flaps 30

Panjang dasar = 6900 ft = 2098 m(dari grafik)

- Airbus 330-300
Maximum Landing Weight : 396832 lb

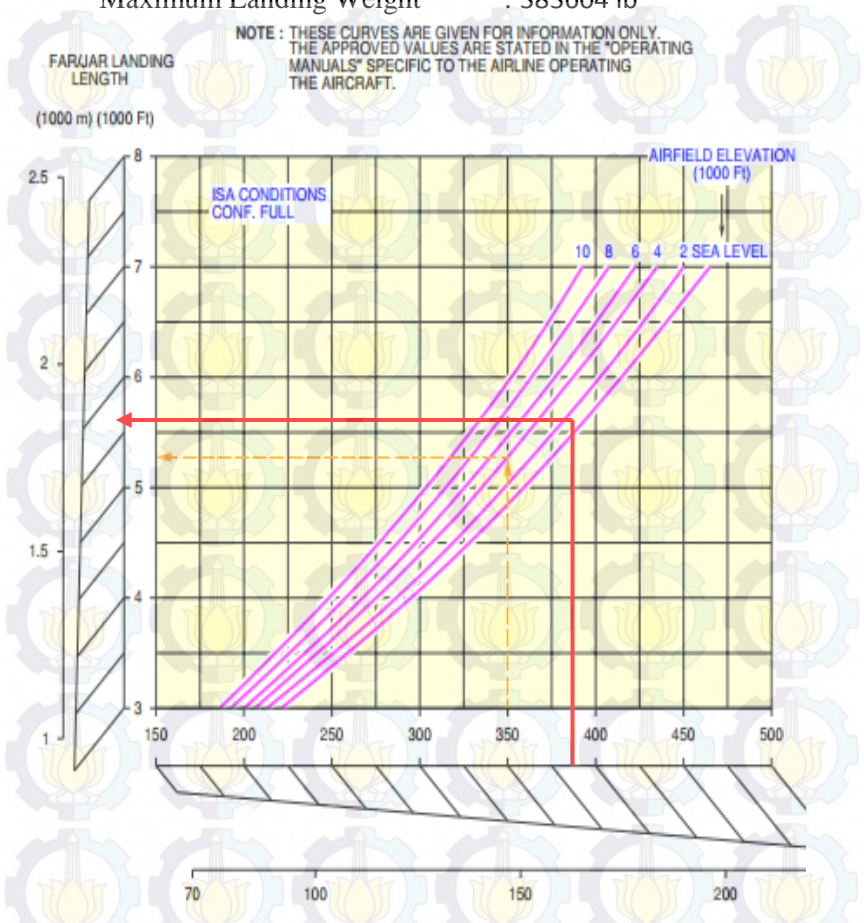


Gambar 4.31 Diagram Landing Runway Length Requirement Airbus 330-300

Panjang landing runway

Panjang dasar = 5700 ft = 1733 m(dari grafik)

- Airbus 330-200
Maximum Landing Weight : 383604 lb

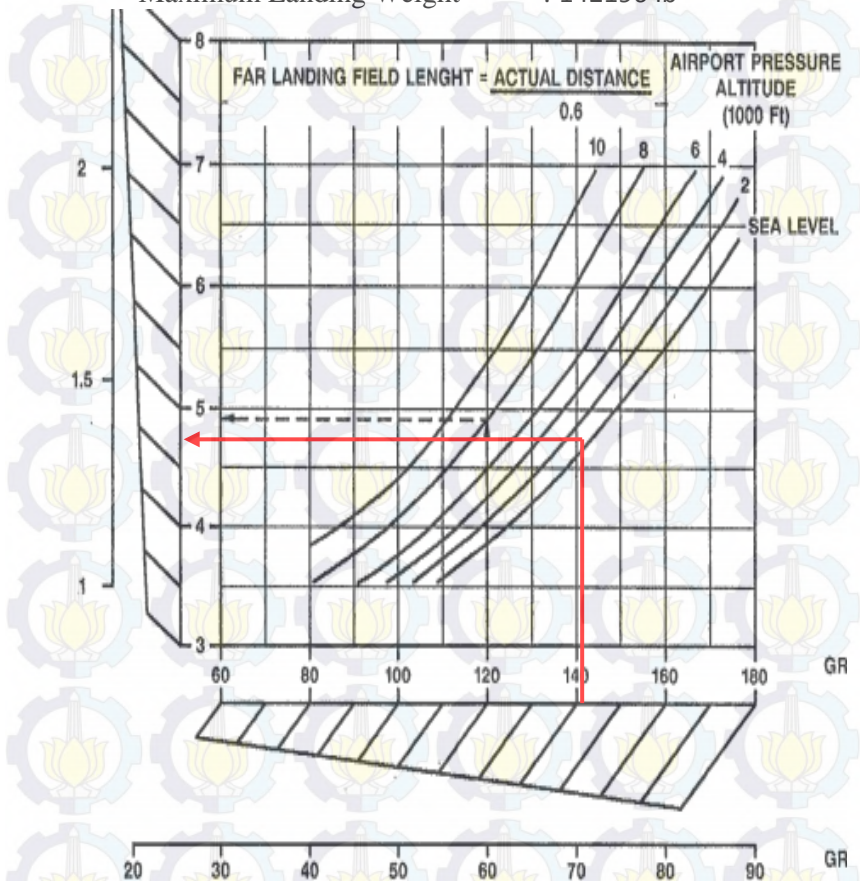


Gambar 4.32 Diagram Landing Runway Length Requirement Airbus 330-200

Panjang landing runway

Panjang dasar = 5600 ft = 1702 m(dari grafik)

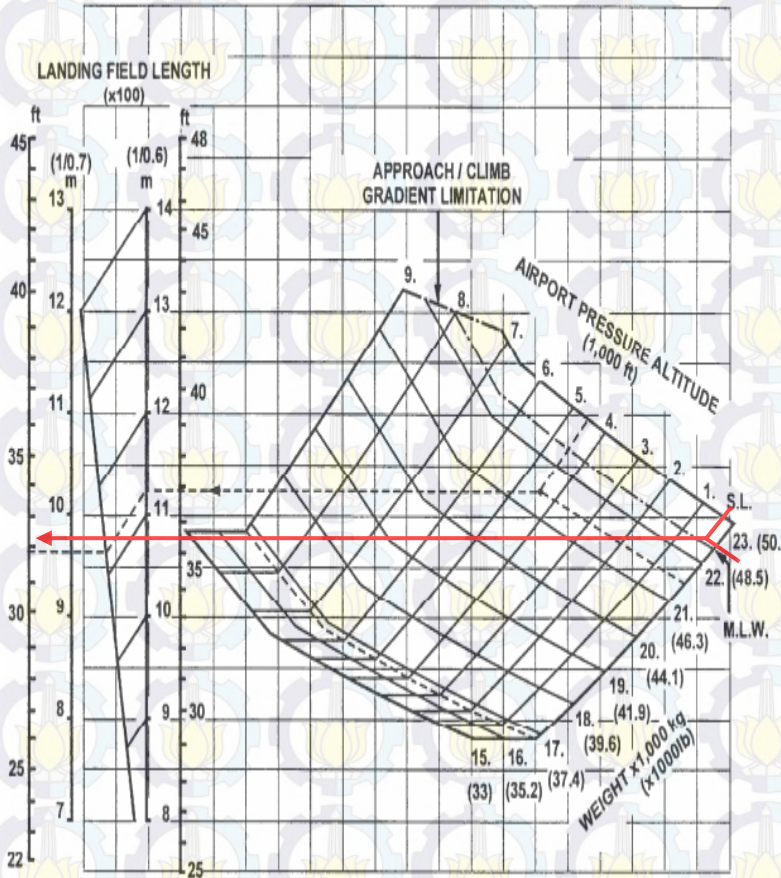
- Airbus 320-200
Maximum Landing Weight : 142196 lb



Gambar 4.33 Diagram Landing Runway Length Requirement Airbus 320-200

Panjang landing runway
Panjang dasar = 4750 ft = 1444 m(dari grafik)

- ATR-72
 Maximum Landing Weight : 49273 lb



Gambar 4.34 Diagram Landing Runway Length Requirement ATR-72

Panjang landing runway

Panjang dasar = 3550 ft = 1079 m(dari grafik)

Tabel 4.5 Hasil analisa perhitungan kebutuhan panjang runway

Jenis Pesawat	Takeoff Lenght	Landing Lenght	Panjang Taxiway 3000 m
Boeing B737-300	2402 m	1642 m	Memenuhi
Boeing B737-400	2713 m	1733 m	Memenuhi
Boeing B737-500	2682 m	1581 m	Memenuhi
Boeing B737-800	2500 m	2073 m	Memenuhi
Boeing B737-900	2980 m	2098 m	Memenuhi
Airbus A330-300	2995 m	1733 m	Memenuhi
Airbus A330-200	2250 m	1702 m	Memenuhi
Airbus A320-200	2766 m	1444 m	Memenuhi
CRJ	1401 m	1600 m	Memenuhi
ATR-72	1780 m	1079 m	Memenuhi

Panjang taxiway Bandar udara Juanda sepanjang 3.000m. untuk persyaratan panjang runway, semua pesawat yang beroperasi pada Bandara Juanda memenuhi persyaratan panjang runway.

4.4.2 Kebutuhan Lebar Runway

Tabel 4.6 Kategori pesawat berdasarkan lebar wingspan dan tinggi tail height menurut FAA

Design Group	Tail Height (Feet)	Wingspan (feet)	Representative Aircraft Types
I	<20	<49	Cessna 172, Beech 36, Cessna 421, Learjet 35
II	20 to <30	49 to < 79	Beech B300, Cessna 550 Falcon 50, Challenger 605
III	30 to <45	79 to < 118	Boeing 737, Airbus A320 CRJ-900, EMB-190
IV	45 to < 60	118 to < 171	Boeing 767, Boeing 757, Airbus A300, Douglas DC-10
V	60 to < 66	171 to < 214	Boeing 747, Airbus A340, Boeing 777
VI	66 to <80	214 to < 262	Airbus A380, Antonov 124*

*The Antonov 225 has a wingspan of 290 feet (in a class by itself). Only one aircraft produced.

(Sumber: FAA)

Tabel 4.7 Kategori pesawat berdasarkan kecepatan menurut FAA

Group	Approach Speed (knots) ^a	Example Aircraft ^b
A	< 91	All single engine aircraft, Beechcraft Baron 58,
B	91-120	Business jets and commuter aircraft (Beech 1900, Saab 2000, Saab 340, Embraer 120, Canadair RJ, etc.)
C	121-140	Medium and Short Range Transports (Boeing 727, B737, MD-80, A320, F100, B757, etc.)
D	141-165	Heavy transports (Boeing 747, A340, B777, DC-10, A300)
E	> 166	BAC Concorde and military aircraft

(Sumber: FAA)

Tabel 4.8 Hasil kategori pesawat jenis boeing menurut FAA

Jenis Pesawat	Wingspan	Tail Height	Approach Speed	ARC
Boeing B737-300	94,75 ft	36 ft	135 kn	C-III
Boeing B737-400	94,75 ft	36 ft	139 kn	C-III
Boeing B737-500	94,75 ft	36 ft	128 kn	C-III
Boeing B737-800	117,42 ft	41 ft	140 kn	C-III
Boeing B737-900	117,42 ft	41 ft	140 kn	C-III
Airbus A330-300	197,83 ft	56,36 ft	145 kn	D-V
Airbus A330-200	197,83 ft	59,8 ft	145 kn	D-V
Airbus A320-200	111,1 ft	38,72 ft	135 kn	C-III
CRJ	76,12 ft	20 ft	104 kn	B-II
ATR-72	88,1 ft	25 ft	113 kn	B-III

Tabel 4.9 Lebar Struktural Landasan

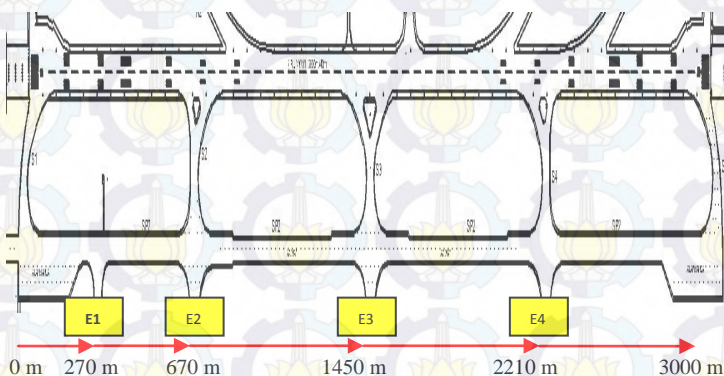
Code Number	Code letter					
	A	B	C	D	E	F
1	18 m	18 m	23 m	-	-	-
2	23 m	23 m	30 m	-	-	-
3	30 m	30 m	30 m	45 m	-	-
4	-	-	45 m	45 m	45 m	60 m

(Sumber: Annex 14, 1999)

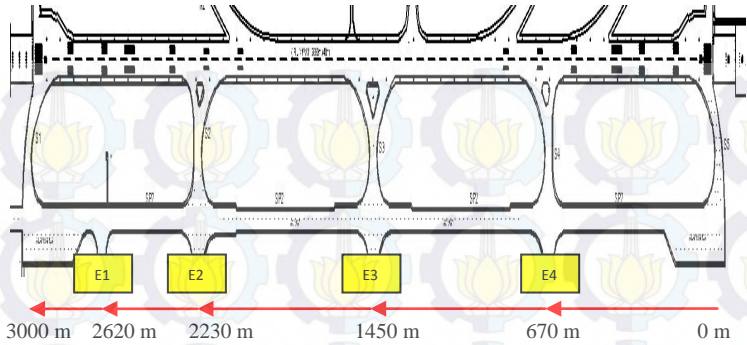
Lebar taxiway2 adalah 30 m. Untuk persyaratan lebar runway, untuk pesawat jenis Airbus A330 tidak dapat beroperasi pada taxiway2 karena melebihi kapasitas minimum lebar runway.

4.4.3 Analisis Pergerakan Lintasan Runway

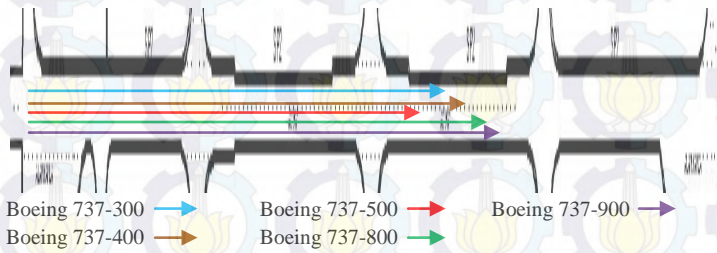
Analisis pergerakan ini untuk meninjau pergerakan pesawat ketika berada di atas runway saat mendarat kemudian akan keluar melalui exit taxiway E1, E2, E3 atau E4.



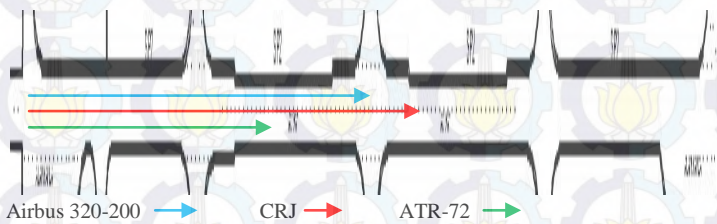
Gambar 4.35 Jarak Exit Taxiway Landing Runway 10



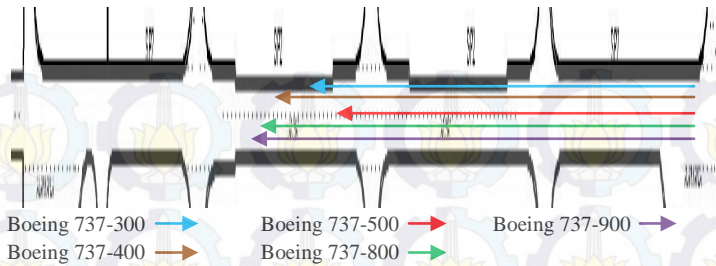
Gambar 4.36 Jarak Exit Taxiway Landing Runway 28



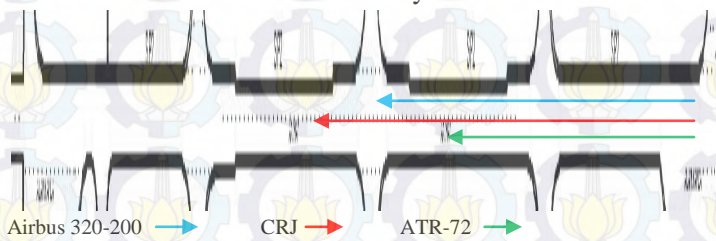
Gambar 4.37 Pergerakan Landing Pesawat Boeing Pada Runway 10



Gambar 4.38 Pergerakan Landing Pesawat Airbus, CRJ, dan ATR-72 Pada Runway 10



Gambar 4.39 Pergerakan Landing Pesawat Boeing Pada Runway 28



Gambar 4.40 Pergerakan Landing Pesawat Airbus, CRJ, dan ATR-72 Pada Runway 28

Tabel 4.10 Analisis Pergerakan Pesawat Mendarat di Taxiway

Jenis Pesawat	Exit taxiway	
	Landing Runway 10	Landing Runway 28
Boeing B737-300	E4	E2
Boeing B737-400	E4	E2
Boeing B737-500	E4	E2
Boeing B737-800	E4	E2
Boeing B737-900	E4	E2
Airbus A330-300	-	-
Airbus A330-200	-	-
Airbus A320-200	E4	E2
CRJ	E4	E2
ATR-72	E3	E3

4.5 Perhitungan Delay

Perhitungan delay untuk membandingkan apakah alternatif penggunaan taxiway menjadi runway ini dapat memberikan solusi terhadap masalah tundaan pada proses landing. Perbandingannya akan disajikan menggunakan perhitungan excel antara menggunakan 1 runway dengan menggunakan 2 runway.

Tabel 4.11 Perhitungan Delay menggunakan 1 Runway

No.	Airlines	Tipe Pesawat	Jadwal	A/D	T1/T2	ROT (s)	Start Service	End Service	Headway	Delay	Time In System
1	KALSTAR AIR	B 735	8:00:00	A	T1	0:00:50	8:00:00	8:00:50	0:01:00	0:00:00	0:00:50
2	WINGS AIR	ATR 72	8:00:00	D	T1	0:00:45	8:01:50	8:02:35	0:01:00	0:01:50	0:02:35
3	CITILINK	A 320	8:00:00	D	T1	0:00:45	8:03:35	8:04:20	0:01:00	0:03:35	0:04:20
4	WINGS AIR	ATR 72	8:00:00	D	T1	0:00:45	8:05:20	8:06:05	0:01:00	0:05:20	0:06:05
5	GARUDA	ATR72	8:05:00	A	T2	0:00:50	8:07:05	8:07:55	0:02:30	0:02:05	0:02:55
6	GARUDA	B738	8:05:00	A	T2	0:00:50	8:10:25	8:11:15	0:02:30	0:05:25	0:06:15
7	AIR ASIA	A320	8:05:00	A	T2	0:00:50	8:13:45	8:14:35	0:02:30	0:08:45	0:09:35
8	LION AIR	B 739	8:05:00	D	T1	0:00:45	8:17:05	8:17:50	0:01:00	0:12:05	0:12:50
9	LION AIR	B 738	8:05:00	D	T1	0:00:45	8:18:50	8:19:35	0:01:00	0:13:50	0:14:35
10	GARUDA	CRJ	8:05:00	D	T2	0:00:45	8:20:35	8:21:20	0:01:00	0:15:35	0:16:20
11	LION AIR	B 739	8:10:00	D	T1	0:00:45	8:22:20	8:23:05	0:01:00	0:12:20	0:13:05
12	AIR ASIA	A320	8:20:00	A	T2	0:00:50	8:24:05	8:24:55	0:02:30	0:04:05	0:04:55
13	CITILINK	A 320	8:20:00	A	T1	0:00:50	8:27:25	8:28:15	0:02:30	0:07:25	0:08:15
14	LION AIR	B 739	8:20:00	A	T1	0:00:50	8:30:45	8:31:35	0:02:30	0:10:45	0:11:35
15	LION AIR	B 738	8:30:00	A	T1	0:00:50	8:34:05	8:34:55	0:02:30	0:04:05	0:04:55
16	LION AIR	B 739	8:30:00	D	T1	0:00:45	8:37:25	8:38:10	0:01:00	0:07:25	0:08:10
17	LION AIR	B 739	8:35:00	A	T1	0:00:50	8:39:10	8:40:00	0:02:30	0:04:10	0:05:00
18	GARUDA	B738	8:40:00	D	T2	0:00:45	8:42:30	8:43:15	0:01:00	0:02:30	0:03:15
19	LION AIR	B 738	8:45:00	A	T1	0:00:50	8:45:00	8:45:50	0:02:30	0:00:00	0:00:50
20	GARUDA	ATR72	8:50:00	D	T2	0:00:45	8:50:00	8:50:45	0:01:00	0:00:00	0:00:45
21	GARUDA	B738	8:50:00	D	T2	0:00:45	8:51:45	8:52:30	0:01:00	0:01:45	0:02:30
22	AIR ASIA	A320	8:50:00	D	T2	0:00:45	8:53:30	8:54:15	0:01:00	0:03:30	0:04:15
23	AIR ASIA	A320	8:55:00	A	T2	0:00:50	8:55:15	8:56:05	0:02:30	0:00:15	0:01:05
24	AIR ASIA	A320	8:55:00	A	T2	0:00:50	8:58:35	8:59:25	0:02:30	0:03:35	0:04:25
25	KALSTAR AIR	B 735	8:55:00	D	T1	0:00:45	9:01:55	9:02:40	0:01:00	0:06:55	0:07:40
26	CITILINK	A 320	8:55:00	D	T1	0:00:45	9:03:40	9:04:25	0:01:00	0:08:40	0:09:25

Rata-rata delay pada saat masih menggunakan 1 runway adalah 5 menit 37 detik.

Tabel 4.12 Perhitungan Delay menggunakan 2 Runway pada T1

No.	Airlines	Tipe Pesawat	Jadwal	A/D	T1/T2	ROT (s)	Start Service	End Service	Headway	Delay	Time In System
1	KALSTAR AIR	B 735	8:00:00	A	T1	0:00:50	8:00:00	8:00:50	0:01:00	0:00:00	0:00:50
2	WINGS AIR	ATR 72	8:00:00	D	T1	0:00:45	8:01:50	8:02:35	0:01:00	0:01:50	0:02:35
3	CITILINK	A 320	8:00:00	D	T1	0:00:45	8:03:35	8:04:20	0:01:00	0:03:35	0:04:20
4	WINGS AIR	ATR 72	8:00:00	D	T1	0:00:45	8:05:20	8:06:05	0:01:00	0:05:20	0:06:05
5	LION AIR	B 735	8:05:00	D	T1	0:00:45	8:07:05	8:07:50	0:01:00	0:02:05	0:02:50
6	LION AIR	B 738	8:05:00	D	T1	0:00:45	8:08:50	8:09:35	0:01:00	0:03:50	0:04:35
7	LION AIR	B 739	8:10:00	D	T1	0:00:45	8:10:35	8:11:20	0:01:00	0:00:35	0:01:20
8	CITILINK	A 320	8:20:00	A	T1	0:00:50	8:20:00	8:20:50	0:02:30	0:00:00	0:00:50
8	LION AIR	B 739	8:20:00	A	T1	0:00:50	8:23:20	8:24:10	0:02:30	0:03:20	0:04:10
10	LION AIR	B 738	8:30:00	A	T1	0:00:50	8:30:00	8:30:50	0:02:30	0:00:00	0:00:50
11	LION AIR	B 735	8:30:00	D	T1	0:00:45	8:33:20	8:34:05	0:01:00	0:03:20	0:04:05
12	LION AIR	B 739	8:35:00	A	T1	0:00:50	8:35:05	8:35:55	0:02:30	0:00:05	0:00:55
13	LION AIR	B 738	8:45:00	A	T1	0:00:50	8:45:00	8:45:50	0:02:30	0:00:00	0:00:50
14	KALSTAR AIR	B 735	8:55:00	D	T1	0:00:45	8:55:00	8:55:45	0:01:00	0:00:00	0:00:45
15	CITILINK	A 320	8:55:00	D	T1	0:00:45	8:56:45	8:57:30	0:01:00	0:01:45	0:02:30

Tabel 4.13 Perhitungan Delay menggunakan 2 Runway pada T2

No.	Airlines	Tipe Pesawat	Jadwal	A/D	T1/T2	ROT (s)	Start Service	End Service	Headway	Delay	Time In System
1	GARUDA	ATR72	8:05:00	A	T2	0:00:50	8:05:00	8:05:50	0:02:30	0:00:00	0:00:50
2	GARUDA	B738	8:05:00	A	T2	0:00:50	8:08:20	8:09:10	0:02:30	0:03:20	0:04:10
3	AIR ASIA	A320	8:05:00	A	T2	0:00:50	8:11:40	8:12:30	0:02:30	0:06:40	0:07:30
4	GARUDA	CRJ	8:05:00	D	T2	0:00:45	8:15:00	8:15:45	0:01:00	0:10:00	0:10:45
5	AIR ASIA	A320	8:20:00	A	T2	0:00:50	8:20:00	8:20:50	0:02:30	0:00:00	0:00:50
6	GARUDA	B738	8:40:00	D	T2	0:00:45	8:40:00	8:40:45	0:01:00	0:00:00	0:00:45
7	GARUDA	ATR72	8:50:00	D	T2	0:00:45	8:50:00	8:50:45	0:01:00	0:00:00	0:00:45
8	GARUDA	B738	8:50:00	D	T2	0:00:45	8:51:45	8:52:30	0:01:00	0:01:45	0:02:30
9	AIR ASIA	A320	8:50:00	D	T2	0:00:45	8:53:30	8:54:15	0:01:00	0:03:30	0:04:15
10	AIR ASIA	A320	8:55:00	A	T2	0:00:50	8:55:15	8:56:05	0:02:30	0:00:15	0:01:05
11	AIR ASIA	A320	8:55:00	A	T2	0:00:50	8:58:35	8:59:25	0:02:30	0:03:35	0:04:25

Rata-rata delay pada saat masih menggunakan 2 runway adalah 2 menit 11 detik

4.6 Marking Landasan

- Marking Nomor Landasan

Ditempatkan di ujung landasan setelah threshold sebagai nomor pengenal landasan itu yang terdiri dari dua angka yang merupakan persepuluhan terdekat dari magnetis dipandang dari arah approach. Pada landasan Bandara

Juanda memiliki nomor landasan 10 – 28. Nomor 10 berada di sisi barat dan nomor 28 berada pada sisi timur.

Pada analisa ini menggunakan landasan sejajar sehingga harus dilengkapi dengan huruf L (Left) atau R (Right). Pemberian huruf ini juga dilihat dari sisi approach. Untuk landasan sisi barat pada Runway diberi huruf L dan taxiway diberi huruf R. Berbanding terbalik pada sisi timur, runway diberi huruf R dan taxiway diberi huruf L.

- **Marking Sumbu Landasan**

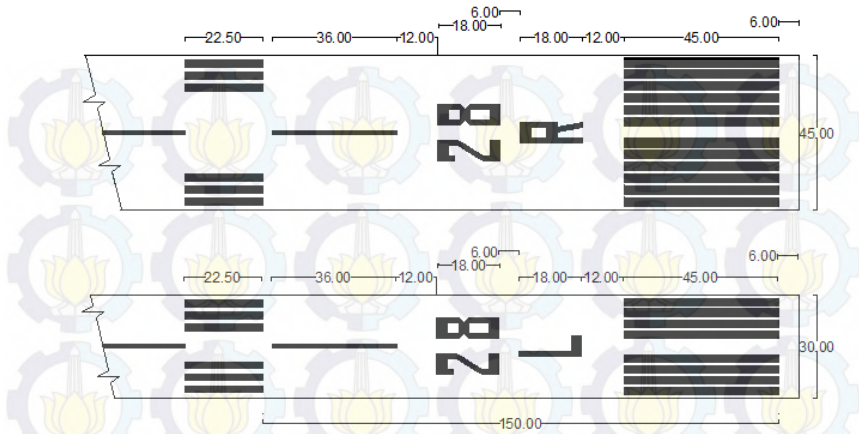
Penambahan marking strip di sepanjang sumbu berupa garis putus – putus. Jarak antara garis tidak boleh kurang dari 50 m dan tidak boleh lebih dari 75 m. Ukuran garis sama dengan jarak antara garis. Lebar garis 0,3 m sampai 0,90 m.

- **Marking Threshold**

Penambahan marking threshold diletakkan sejauh 6 m dari tepi ujung landasan. memiliki ukuran panjang 30 m dan lebar 1,8 m. Jumlah marking threshold ditentukan dari lebar landasan. seperti pada **tabel 2.7**. Untuk taxiway Bandara Juanda memiliki lebar 30 m sehingga jumlah strip pada treshold sebanyak 8 strip.

- **Marking Touchdown Zone**

Penambahan marking ini berupa pasangan – pasangan persegi empat di kanan kiri sumbu landasan. dengan ukuran panjang 22,5 m dan lebar 0,8 m untuk strip ganda. Banyaknya pasangan dapat dilihat pada **tabel 2.8**. Taxiway Bandara Juanda memiliki panjang landasan 3000 m. Sehingga memiliki 6 pasang touchdown marking.



Gambar 4.41 Marking Landasan Nomor 28



Gambar 4.42 Marking Landasan Nomor 10



“Halaman ini sengaja di Kosongkan”

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Tugas akhir ini bertujuan untuk mengetahui kemungkinan taxiway pada Bandara Juanda digunakan sebagai runway pada saat *Peak Hour*. Sehingga taxiway dapat dialih fungsikan sebagai runway. Maksud studi ini adalah untuk memberikan alternative penyelesaian masalah antrian pada sisi udara Bandara Juanda.

Dari hasil analisis dalam Tugas Akhir ini, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Hasil analisis pertama didapatkan taxiway2 dapat dialih fungsikan sebagai runway dengan konfigurasi runway paralel berjarak rapat (close paralel) dengan jarak minimum dari sumbu ke sumbu 700 ft (213 m). Taxiway1 tidak dapat digunakan karena jarak dari sumbu ke sumbu dengan runway kurang dari 213 m.
2. Setelah didapat landasan taxiway2 memenuhi syarat hasil analisis pertama, dilanjutkan dengan persyaratan aerodrome pada taxiway2 yang ditinjau dari sepanjang jalur taxiway2 dan didapatkan hasil bahwa taxiway 2 memenuhi persyaratan aerodrome.
3. Didapatkan rata- rata perubahan delay yang lebih cepat setelah menggunakan 2 runway. Sehingga keuntungan dalam efisiensi waktu
4. Penambahan desain marking pada taxiway karena akan digunakan sebagai runway.

5.2 Saran

Keterbatasan waktu yang ada menjadikan pengerjaan Tugas Akhir ini memberikan hasil yang tidak maksimal. Tugas Akhir ini masih bisa dikembangkan lagi sebagai berikut:

1. Perlu studi lanjut berkaitan dengan pergerakan yang lebih detil dari distribusi pesawat yang harus landing/take off pada runway ganda tersebut.
2. Perlu adanya simulasi penggunaan avtur dan penghematan waktu yang dilakukan dengan pengoperasian taxiway menjadi runway.
3. Perlu disimulasikan terhadap antrian yang mungkin terjadi pada apron dikarenakan jarak dari taxiway ke apron yang cukup dekat apabila taxiway beralih fungsi.

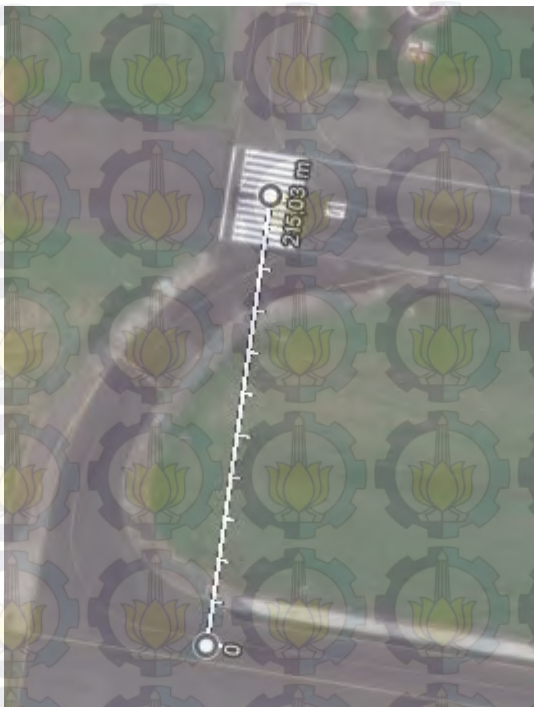
Jarak Antara Taxiway2 Dengan Pesawat di Apron



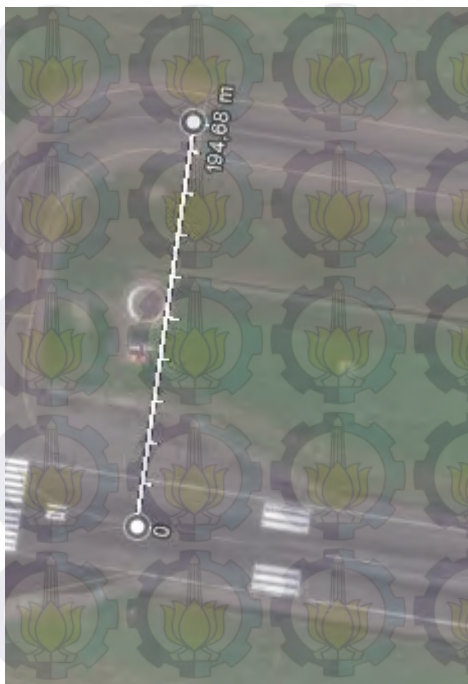
Jarak Antara Taxiway2 dengan Taxiway di Apron



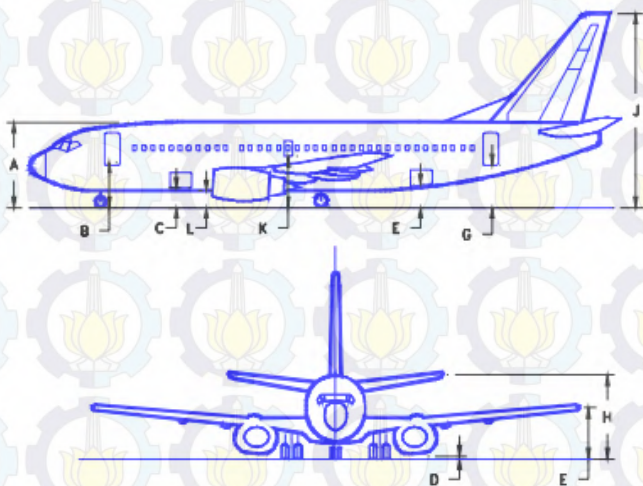
Jarak antara Runway dengan Taxiway2



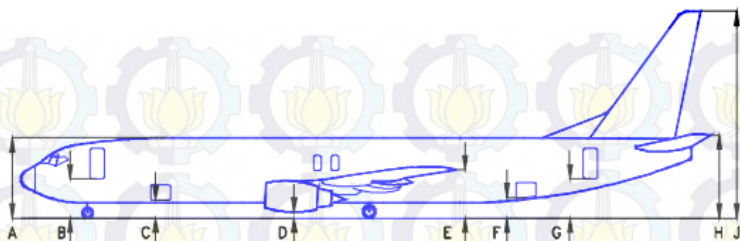
Jarak antara Runway dengan Taxiway1



Dimensi Pesawat Boeing 737 Series (Sumber: Boeing)

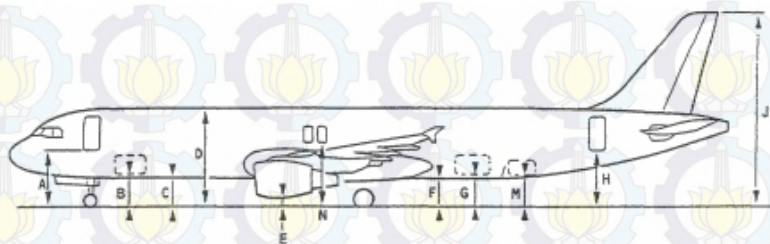


DESCRIPTION	737-300, -400, -500				
	MAX (AT OEW)		MIN (AT MTW)		
	FT - IN	M	FT - IN	M	
A	TOP OF FUSELAGE	17 - 3	5.26	16 - 10	5.13
B	ENTRY DOOR NO 1	9 - 1	2.77	8 - 7	2.62
C	FWD CARGO DOOR	4 - 7	1.40	4 - 2	1.27
D	ENGINE	1 - 9	0.53	1 - 6	0.46
E	WINGTIP	10 - 2	3.09	10 - 0	3.05
F	AFT CARGO DOOR	4 - 6	1.37	4 - 6	1.37
G	ENTRY DOOR NO 2	8 - 7	2.62	8 - 9	2.67
H	STABILIZER	16 - 3	4.95	16 - 8	5.08
J	VERTICAL TAIL	36 - 4	11.07	36 - 7	11.15
K	OVERWING EXIT DOOR	10 - 6	3.20	10 - 4	3.15
L	BOTTOM OF FUSELAGE	3 - 10	1.17	3 - 4	1.02



DESCRIPTION	737-800				737-900				
	MAX (AT OEW)		MIN (AT MTW)		MAX (AT OEW)		MIN (AT MTW)		
	FT - IN	M	FT - IN	M	FT IN	M	FT IN	M	
A	TOP OF FUSELAGE	18 - 3	5.56	17 - 9	5.41	18 - 4	5.59	17 - 10	5.44
B	ENTRY DOOR NO 1	9 - 0	2.74	8 - 6	2.59	9 - 0	2.74	8 - 6	2.59
C	FWD CARGO DOOR	4 - 9	1.45	4 - 3	1.30	4 - 9	1.45	4 - 3	1.30
D	ENGINE	2 - 1	0.64	1 - 7	0.48	2 - 1	0.64	1 - 7	0.48
E	WINGTIP	12 - 10	3.91	12 - 0	3.66	12 - 10	3.91	12 - 0	3.66
F	AFT CARGO DOOR	5 - 11	1.80	5 - 5	1.65	5 - 11	1.80	5 - 5	1.65
G	ENTRY DOOR NO 2	10 - 3	3.12	9 - 9	2.97	10 - 3	3.12	9 - 9	2.97
H	STABILIZER	18 - 6	5.64	18 - 0	5.49	18 - 7	5.66	18 - 1	5.51
J	VERTICAL TAIL	41 - 5	12.62	40 - 7	12.37	41 - 5	12.62	40 - 7	12.37

Dimensi Pesawat Airbus A320 (Sumber: Airbus)

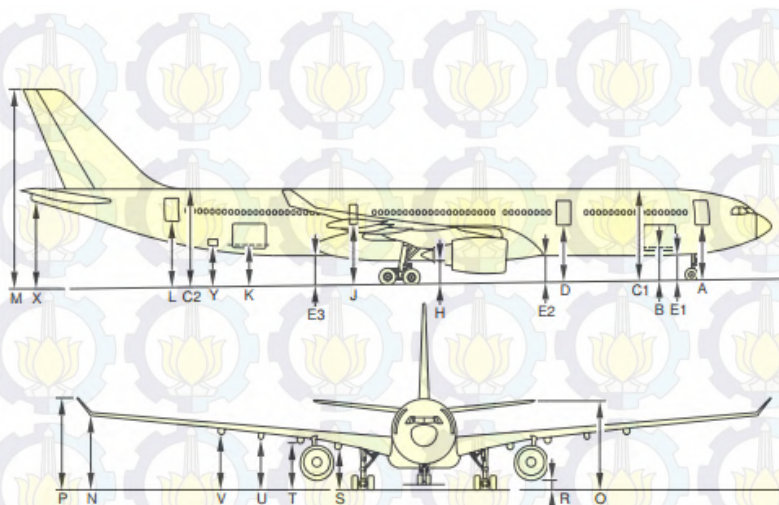


NOTE: POINT 'K' IS THE BOTTOM OF THE WING TIP FENCE.
POINT 'M' IS AN OPTION.



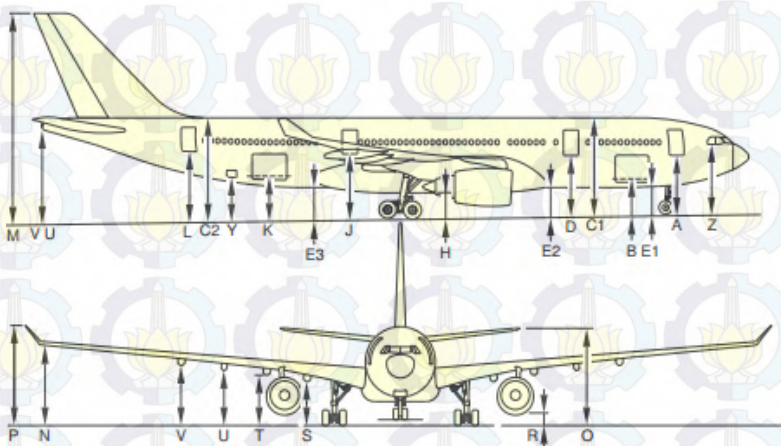
	OPERATING WEIGHT EMPTY		MAXIMUM RAMP WEIGHT FORWARD CG		MAXIMUM RAMP WEIGHT AFT CG		A/C ON JACKS C/L AT 4600mm *		
	m	ft	m	ft	m	ft	m	ft	
A	3.47	11.39	3.39	11.12	3.48	11.42	4.11	13.48	
B	2.09	6.86	2.01	6.59	2.07	6.79	2.70	8.86	
C	1.86	6.20	1.77	5.81	1.81	5.94	2.43	7.97	
D	6.00	19.69	5.91	19.39	5.96	19.52	6.58	21.59	
E	CFM56	0.68	2.23	0.59	1.94	0.61	2.00	1.24	4.07
	V2500	0.78	2.56	0.68	2.23	0.71	2.33	1.83	6.00
F	1.72	5.64	1.62	5.32	1.63	5.35	2.26	7.42	
G	2.25	7.38	2.13	6.99	2.08	6.82	2.70	8.86	
H	3.73	12.24	3.60	11.81	3.48	11.42	4.11	13.48	
J	12.14	39.83	12.00	39.37	11.83	38.81	12.45	40.85	
K	4.04	13.26	3.92	12.86	3.87	12.70	4.49	14.73	
L	5.57	18.28	5.42	17.78	5.25	17.23	5.87	19.26	
M	2.51	8.24	2.38	7.81	2.30	7.55	2.92	9.58	
N	3.96	12.99	3.87	12.70	3.87	12.70	4.50	14.76	

Dimensi Pesawat Airbus A330 - 300(Sumber: Airbus)



MRW 212 900 kg 469 360 lb	119 000 kg CG 26.8%		MAXIMUM RAMP WEIGHT 15%		MAXIMUM RAMP WEIGHT CG 36.5%		AIRCRAFT ON JACKS	
	m	ft	m	ft	m	ft	m	ft
A	4.55	14.92	4.41	14.46	4.55	14.92	6.32	20.7
B	2.70	8.85	2.55	8.36	2.66	8.72	4.14	13.5
C1	7.74	25.4	7.58	24.86	7.67	25.16	9.32	30.5
C2	8.53	28	8.31	27.26	8.19	26.87	9.32	30.5
D	4.83	15.84	4.67	15.32	4.73	15.51	6.32	20.7
E1	2.10	6.89	1.95	6.39	2.03	6.66	3.68	12
E2	2.26	7.48	2.10	6.88	2.14	7.02	3.68	12
E3	2.74	8.99	2.54	8.33	2.45	8.03	3.68	12
H	2.04	6.7	1.86	6.10	1.85	6.07	3.26	10.7
J	5.34	17.5	5.31	17.4	5.20	17.06	6.43	21.1
K	3.43	11.25	3.22	10.56	3.13	10.27	4.24	13.9
L	5.77	18.93	5.55	18.20	5.41	17.75	6.53	21.4
M	17.18	56.36	16.94	55.58	16.72	54.85	17.62	57.8
N	6.46	21.20	6.13	20.11	6.06	19.88	7.55	24.7
O	8.33	27.32	8.09	26.54	7.88	25.85	9.23	30.2
P	8.05	26.41	7.70	25.26	7.61	24.96	8.96	29.4
GE - R	0.94	3.08	0.76	2.49	0.79	2.59	2.34	7.67
PW - R	0.90	2.95	0.72	2.36	0.75	2.46	2.29	7.51
RR - R	0.87	2.85	0.69	2.26	0.72	2.36	2.21	7.25
S	3.87	12.70	3.68	12.07	3.64	11.94	5.25	17.2
T	4.33	14.20	4.13	13.55	4.11	13.48	5.70	18.7
U	4.64	15.22	4.41	14.46	4.37	14.33	6	19.6
V	4.97	16.30	4.72	15.48	4.67	15.32	6.30	20.6
X	7.48	24.54	7.24	23.76	7.03	23.06	8.10	26.5
Y	3.68	12.07	3.46	11.35	3.35	11	4.39	14.4

Dimensi Pesawat Airbus A330 - 200(Sumber: Airbus)



MRW 230 900 kg 509 042 lb	176 000 kg MID CG 27.9%		MAXIMUM RAMP WEIGHT CG 21%		MAXIMUM RAMP WEIGHT CG 37.5%		AIRCRAFT ON JACKS	
	m	ft	m	ft	m	ft	m	ft
A	4.63	15.19	4.44	14.56	4.63	15.19	6.32	20.7
B	2.78	9.12	2.58	8.46	2.74	8.99	4.14	13.5
C1	7.75	25.42	7.56	24.80	7.69	25.23	9.32	30.5
C2	8.54	28.02	8.31	27.26	8.16	26.77	9.32	30.5
D	4.86	15.9	4.66	15.3	4.78	15.7	6.36	20.7
E1	2.04	6.7	1.84	6.03	2.01	6.59	3.68	12
E2	2.23	7.31	2.03	6.66	2.12	6.95	3.68	12
E3	2.70	8.86	2.48	8.13	2.40	7.87	3.68	12
H	2.02	6.63	1.81	5.93	1.83	6	3.26	10.7
J	5.36	17.6	5.15	16.9	5.10	16.7	6.46	21.2
K	3.50	11.48	3.27	10.73	3.16	10.36	4.24	13.9
L	5.74	18.83	5.51	18.07	5.35	17.55	6.53	21.4
M	18.23	59.8	17.98	58.99	17.71	58.1	18.62	61.09
M1	17.73	58.17	17.48	57.35	17.21	56.46	18.12	59.45
N	6.48	21.26	6.14	20.14	6.05	19.85	7.55	24.7
O	6.30	20.67	6.05	19.85	5.97	19.58	7.55	24.7
P	8.08	26.51	7.71	25.29	7.61	24.96	8.96	29.4
GE = R	0.94	3.08	0.74	2.42	0.79	2.59	2.34	7.67
PW = R	0.90	2.95	0.70	2.29	0.75	2.46	2.29	7.51
RR = R	0.87	2.85	0.67	2.19	0.72	2.36	2.21	7.25
S	3.89	12.76	3.67	12.04	3.64	11.94	5.25	17.2
T	4.35	14.27	4.13	13.55	4.11	13.48	5.70	18.7
U	4.63	15.19	4.42	14.50	4.37	14.33	6	19.6
V	4.95	16.24	4.73	15.52	4.67	15.32	6.30	20.6
VU	7.47	24.51	7.23	23.72	6.97	22.86	8.10	25.5
Y	3.66	12.01	3.43	11.25	3.30	10.82	4.39	14.4
Z	5.41	17.75	5.22	17.12	5.43	17.81	7.10	23.30

DAFTAR PUSTAKA

Arief., 2007, Studi Dan Perencanaan Penambahan Runway Di Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya

Ashford, Norman J., Saleh, A. Mumayiz., Paul H. Wright., 2010, Airport Engineering, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Author., 2014, (judul presentasi taxiway jadi runway), Airport Engineering and Maintenance Summit, Singapore.

Basuki, Heru., 1990, Merancang, Merencana Lapangan Terbang, Bandung: Tim Alumni

Horonjeff, R., and F.X. McKelvey., 1988, Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara (Terjemahan), Edisi Ketiga, Jilid 1, Jakarta, Penerbit Erlangga.

Horonjeff, Robert., Francis X. McKelvey., William J. Sproule., Seth B. Young., 2010, Planning and Design of Airports. New York: McGraw Hill.

Satrio., 2014, Simulasi Penentuan Jumlah Dan Komposisi Pesawat Maksimum Pada Dua Parallel Runway

Trani, A.A., 2001, Airside Capacity, Slide Presentation, Virginia Tech. Universities.

Zadly., 2006, Penentuan Jumlah Exit Taxiway Berdasarkan Variasi Jenis Pesawat Dan Kerapatan Jadwal Penerbangan Pada Bandara Internasional Juanda Surabaya



“Halaman ini sengaja di Kosongkan”



LAMPIRAN

BIODATA PENULIS

Penulis dilahirkan di Surabaya pada tanggal 21 Juli 1992, dengan nama lengkap Erryc Vendyarta Alpramanawidya. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Muhammadiyah IV Surabaya, SMPN 35 Surabaya, dan SMAN 16 Surabaya. Setelah lulus dari SMAN 16 Surabaya tahun 2010, penulis diterima di Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS pada tahun 2010 dan terdaftar dengan NRP 3110100042. Di Jurusan Teknik Sipil ini, penulis mengambil judul Tugas Akhir di bidang Transportasi (Bandara). Penulis sempat aktif diberbagai kegiatan yang diselenggarakan oleh jurusan, fakultas, maupun institut. Apabila pembaca ingin berkorespondensi dengan penulis, dapat melalui *email* evendyarta@yahoo.co.id

