



TUGAS AKHIR – RC14-1501

**EVALUASI PERENCANAAN PERKERASAN TAXIWAY
N1 TERHADAP LAMA BERHENTI PESAWAT DI
BANDAR UDARA INTERNASIONAL JUANDA**

RENGGA HERMAWAN
NRP. 3116 105 042

Dosen Pembimbing
Ir. Ervina Ahyudanari, ME, PhD

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2018



TUGAS AKHIR – RC14-1501

**EVALUASI PERENCANAAN PERKERASAN TAXIWAY
N1 TERHADAP LAMA BERHENTI PESAWAT DI
BANDAR UDARA INTERNASIONAL JUANDA**

RENGGA HERMAWAN
NRP. 3116 105 042

Dosen Pembimbing
Ir. Ervina Ahyudanari, ME, PhD

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2018



FINAL PROJECT – RC14-1501

**EVALUATION ON DESIGN OF N1 TAXIWAY
PAVEMENT DUE TO DURATION OF AIRCRAFT
STOPS AT JUANDA INTERNATIONAL AIRPORT**

RENGGA HERMAWAN
NRP. 3116 105 042

Supervisor
Ir. Ervina Ahyudanari, ME, PhD

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
Faculty of Civil, Environmental, and Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2018

**EVALUASI PERENCANAAN PERKERASAN
TAXIWAY N1 TERHADAP LAMA BERHENTI PESAWAT
DI BANDAR UDARA INTERNASIONAL JUANDA**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

pada

**Program Studi S-1 Lintas Jalur Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

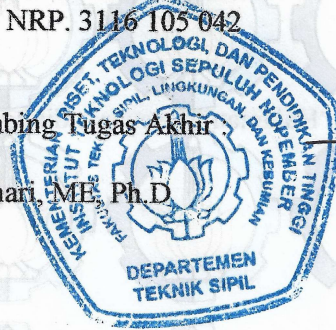
Oleh

RENGGA HERMAWAN

NRP. 3116 105 042

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

1. Ir. Ervina Ahyudanari, ME, Ph.D



SURABAYA

JULI, 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

EVALUASI PERENCANAAN PERKERASAN TAXIWAY N1 TERHADAP LAMA BERHENTI PESAWAT DI BANDAR UDARA INTERNASIONAL JUANDA

Nama Mahasiswa : Rengga Hermawan
NRP : 3116105042
Departemen : Teknik Sipil, FTSLK-ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Ervina Ahyudanari, ME, PhD

Abstrak

Penggunaan transportasi udara semakin meningkat setiap tahun, dan fasilitas bandar udara menjadi sarannya. Bandar Udara Internasional Juanda merupakan salah satu bandar udara internasional tersibuk kedua di Indonesia. Kesibukan ini juga mempengaruhi peningkatan pergerakan pesawat di Bandar Udara Juanda. Semakin meningkatnya pergerakan pesawat, maka jadwal keberangkatan pesawat akan semakin padat dan dapat membuat pesawat menunggu untuk lepas landas (takeoff). Dimana pesawat dalam kondisi berhenti untuk menunggu giliran lepas landas yang dapat mempengaruhi perkerasan.

Data primer dalam analisis ini diperoleh dari hasil survey lapangan yang meninjau waktu pesawat untuk lepas landas (takeoff) dan mendarat (landing). Lalu menganalisis waktu lama berhenti pesawat, dan mengevaluasi daya dukung perkerasan pada taxiway N1 Bandar Udara Juanda. Pada evaluasi daya dukung ini akan membandingkan gross weight pesawat dengan gross weight yang diizinkan, dan membandingkan tebal perkerasan eksisting dengan total tebal perkerasan cakupan rata-rata menggunakan program bantu COMFAA. Kemudian merencanakan tebal perkerasan yang dibutuhkan dengan program bantu FAARFIELD.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa beban pesawat yang berhenti untuk menunggu giliran lepas landas (takeoff) pada taxiway N1 tidak sesuai dengan rencana beban untuk taxiway N1. Perhitungan kebutuhan tebal perkerasan untuk taxiway N1 adalah

700 mm dengan tipe perkerasan kaku (rigid pavement).

**Kata kunci : COMFAA, FAARFIELD, Pergerakan Pesawat,
*Taxiway.***

**EVALUATION ON DESIGN OF N1 TAXIWAY
PAVEMENT DUE TO DURATION OF AIRCRAFT STOPS
AT JUANDA INTERNATIONAL AIRPORT**

Student Name : Rengga Hermawan
NRP : 3116105042
Department : Civil Engineering, FTSLK-ITS
Supervisor : Ir. Ervina Ahyudanari, ME, PhD

Abstract

The use of air transportation is increasing every year, and airport facilities become the means. Juanda International Airport is one of the second busiest international airport in Indonesia. This busyness also affects the increase of aircraft movement at Juanda Airport. As the aircraft moves up, the scheduled departure time of the aircraft will become denser and can make the plane wait for takeoff. Where the aircraft is in a stop condition to wait for a take-off turn which can affect the pavement.

The primary data in this analysis were obtained from observation that reviewed the time of the aircraft for takeoff and landing. Then describe the long time stopping aircraft, and evaluate the carrying capacity of the pavement pavement taxiway N1 on the Juanda Airport. In the evaluation of carrying capacity this will compare the gross weight of the aircraft with maximum allowable gross weight, and compare existing pavement thickness with thickness for total equivalent coverages using COMFAA program. Then design the thickness of the pavement needed with the FAARFIELD program.

The evaluation results indicate that the load of the plane that stopped to wait for the takeoff turn on the N1 taxiway was not in accordance with the design load for the taxiway N1. The calculation of the pavement thickness requirement for the N1 taxiway is 700 mm with the rigid pavement type.

**Keyword : COMFAA, FAARFIELD, Pergerakan Pesawat,
*Taxiway.***

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan hidayahnya yang telah memberi petunjuk dan kekuatan kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir. Penyusunan Tugas Akhir ini diajukan oleh penulis dalam rangka memenuhi persyaratan akademis pada mata kuliah Tugas Akhir tahun ajaran 2018/2019, Program Studi Strata 1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan (FTSLK), Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Adapun topik dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah **“EVALUASI PERENCANAAN PERKERASAN TAXIWAY N1 TERHADAP LAMA BERHENTI PESAWAT DI BANDAR UDARA INTERNASIONAL JUANDA”**. Tugas Akhir ini tersusun dari kumpulan data–data yang penulis dapatkan dari PT. Angkasa Pura 1 dan jurnal lainnya, serta merupakan syarat kelulusan pendidikan Program Studi Strata 1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan (FTSLK), Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Semua informasi yang disajikan di dalam Tugas Akhir ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam bidang transportasi, khususnya bidang transportasi udara. Tugas akhir ini bersifat terbuka, sehingga mampu menerima penyempurnaan–penyempurnaan, dan menambah kualitas informasi di kemudian hari.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir terapan ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan yang ada, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu, Bapak, dan Adik tercinta atas kesempatan merasakan kasih sayang dalam keluarga yang harmonis. Pencapaian penulis sampai saat ini tentunya tak terlepas dari dukungan serta do’a yang senantiasa mereka panjatkan,

2. Ibu Ir. Ervina Ahyudanari, ME, PhD, selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang selalu memberikan arahan dalam hal akademik, dan memberikan teladan, serta dukungan yang begitu berarti bagi penulis,
3. Para Dosen departemen Teknik Sipil ITS yang senantiasa telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat dan berarti bagi penulis,
4. Teman-teman Lintas Jalur Teknik Sipil angkatan 2016 yang selalu memberikan kebahagiaan dan pengalaman baru untuk penulis.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna dalam penyusunan Tugas Akhir ini, karena keterbatasan kemampuan penulis. Untuk itu penulis terbuka menerima segala saran dan kritik maupun masukan yang sifatnya membangun untuk kesempurnaan dan demi perbaikan di masa yang akan datang.

Surabaya, Juli 2018

Rengga Hermawan
NRP. 3116 105 042

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Lokasi Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Umum.....	7
2.2. Fasilitas Bandar Udara	7
2.2.1. Fasilitas Sisi Udara Bandara	8
2.3. <i>Taxiway</i>	8
2.4. <i> Holding Apron</i>	9
2.5. Konfigurasi Roda Pesawat	10
2.6. Komposisi dan Fungsi Perkerasan Bandara	11
2.7. Sistem ATM (<i>Air Traffic Management</i>).....	14

2.8. Permodelan Interval Waktu Untuk Operasi Campuran (<i>Mix Operation</i>).....	15
2.9. PCN - ACN.....	18
2.9.1. Konsep PCN	18
2.9.2. Penentuan Nilai PCN.....	19
2.9.3. Metode Evaluasi Teknis.....	19
2.9.4. Penulisan Nilai PCN	20
2.10. Program Bantu COMFAA.....	22
2.11. Metode FAA (<i>Federal Aviation Administration</i>)	26
2.11.1. Program Bantu FAARFIELD	26
BAB III METODOLOGI	29
3.1. Umum.....	29
3.2. Studi Literatur.....	29
3.3. Pengumpulan Data.....	29
3.4. Pengolahan Data.....	35
3.5. Analisis Data	35
3.5.1. Analisis Waktu Lama Berhenti Pesawat.....	35
3.5.2. Menggunakan Program Bantu COMFAA	36
3.5.3. Evaluasi Daya Dukung Perkerasan <i>Taxiway N1</i>	39
3.5.4. Menentukan Tebal Perkerasan <i>Taxiway N1</i>	40
3.6. Hasil Analisis.....	40
3.7. Diagram Alir Metodologi	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	43
4.1. Analisis Lama Berhenti Pesawat	43

4.2. Evaluasi Perkerasan <i>Taxiway</i> N1 Menggunakan Program Bantu COMFAA.....	52
4.3. Perencanaan Perkerasan Menggunakan Program Bantu FAARFIELD	58
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	63
5.1. Kesimpulan.....	63
5.2. Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA.....	65
LAMPIRAN	
BIODATA PENULIS	

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Terminal 1 Bandar Udara Internasional Juanda, Surabaya	4
Gambar 1.2 <i>Taxiway</i> Terminal 1 Bandar Udara Internasional Juanda, Surabaya	5
Gambar 2.1 Konfigurasi <i> Holding Apron</i>	9
Gambar 2.2 Konfigurasi Roda Pesawat Udara	10
Gambar 2.3 Tipikal Perkerasan Lentur	13
Gambar 2.4 <i>Time Space Diagram</i> untuk Operasi Campuran	16
Gambar 2.5 Tampilan Program Bantu COMFAA	24
Gambar 2.6 Hasil Output Program Bantu COMFAA	25
Gambar 2.7 Tampilan Program Bantu FAARFIELD	28
Gambar 3.1 Garis Batas Tunggu Pesawat Pada <i>Taxiway</i> N1	31
Gambar 3.2 Lokasi Pengamatan di Lapangan	32
Gambar 3.3 Flowchart Analisis Waktu Lama Berhenti Pesawat	36
Gambar 3.4 Flowchart Memperoleh Nilai PCN Dengan Program Bantu COMFAA	38
Gambar 3.5 Flowchart Evaluasi Daya Dukung Perkerasan	39
Gambar 3.6 Diagram Alir Metodologi	41
Gambar 4.1 Grafik Lama Berhenti Pesawat	51
Gambar 4.2 Hasil Input Program Bantu COMFAA	54
Gambar 4.3 Hasil Output Program Bantu COMFAA	55
Gambar 4.4 Input Rencana Perkerasan Kaku	58
Gambar 4.5 Hasil Input Data Pesawat Rencana	59
Gambar 4.6 Hasil Tebal Perkerasan	60

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pemisahan Jarak Antar Pesawat	14
Tabel 2.2 Interval Waktu Pemisahan Pesawat.....	15
Tabel 2.3 Klasifikasi Kategori Daya Dukung Tanah Dasar.....	21
Tabel 2.4 Klasifikasi Tekanan Roda Pesawat.....	22
Tabel 3.1 Data Nilai CBR.....	33
Tabel 3.2 Data Struktur Perkerasan	35
Tabel 4.1 Hasil Pengamatan Waktu Pergerakan Pesawat.....	44
Tabel 4.2 Hasil Analisis <i>Peak Hour</i>	49
Tabel 4.3 Lama Waktu dan Beban Statis Pesawat.....	50
Tabel 4.4 Kondisi Pesawat Mengantre	51
Tabel 4.5 Jumlah Pergerakan Keberangkatan Pesawat	53
Tabel 4.6 Tebal Rencana Perkerasan <i>Taxiway N1</i>	61

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bandar Udara Internasional Juanda saat ini menjadi bandara tersibuk kedua yaitu dengan data statistik untuk jumlah penumpang yang mampu ditampung adalah 18 juta penumpang pada tahun 2015. Data kondisi saat ini dari PT. Angkasa Pura 1 Bandar Udara Juanda mencatat pertumbuhan jumlah penumpang sebesar 23,4% di triwulan I 2016 dan pertumbuhan pergerakan pesawat rata rata total dalam 8 tahun terakhir (2009-2016) yaitu sebesar 6,93% dan meningkat sebesar 0,09% pada tahun 2017. Dengan adanya peningkatan ini, maka jadwal keberangkatan pesawat akan semakin padat dan dapat membuat pesawat menunggu untuk lepas landas (*takeoff*), dimana pesawat dalam kondisi berhenti untuk menunggu giliran lepas landas yang dapat mempengaruhi perkerasan pada sisi udara bandara, khususnya pada bagian *taxiway*. *Taxiway* sendiri memiliki peranan sebagai jalur pada permukaan sisi udara bandara yang digunakan untuk pesawat melakukan *taxiing*, menjadi penghubung antara bagian bandar udara yang satu dengan yang lain, dan tempat pesawat menunggu giliran *takeoff* apabila tidak tersedianya *holding apron*.

Semakin banyak dan lama pesawat berhenti atau melewati *taxiway*, maka semakin besar beban statis yang diterima perkerasan sehingga dapat menimbulkan pengaruh beban pada perkerasan *taxiway*. Keadaan tersebut dapat menimbulkan adanya kerusakan pada perkerasan, khususnya pada perkerasan lentur (*flexible pavement*) *taxiway* N1 Terminal 1 Bandar Udara Internasional Juanda yang melayani pesawat untuk *takeoff*.

Dengan kondisi tersebut, maka diperlukan adanya analisis lama waktu berhenti pesawat dan evaluasi terhadap perkerasan lentur *taxiway* N1 bandar udara Juanda. Analisis dan evaluasi tersebut dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan perkerasan eksisting terhadap maksimum berat kotor yang diizinkan (*Maximum Allowable Gross Weight*) dan total tebal perkerasan

cakupan rata-rata (*thickness for total equivalent coverages*) yang memenuhi atau tidak untuk pesawat yang beroperasi dan merencanakan tebal perkerasannya.

Untuk analisis lama berhenti pesawat dilakukan pengamatan langsung di lapangan terhadap pergerakan pesawat, khususnya pesawat yang berhenti atau melewati *taxiway* N1. Pada evaluasi perkerasan, yang akan digunakan adalah program bantu COMFAA. Karena hanya program bantu tersebut yang dapat menghasilkan output maksimum berat kotor yang diizinkan (*Maximum Allowable Gross Weight*) dan total tebal perkerasan cakupan rata-rata (*Thickness for Total Equivalent Coverages*). Sedangkan untuk perencanaan tebal perkerasan *taxiway* N1 digunakan program bantu FAARFIELD, karena mudah digunakan untuk menentukan tebal perkerasan dan mengetahui lapisan perkerasannya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang tersebut, terdapat beberapa permasalahan yang akan dibahas pada tugas akhir ini, antara lain sebagai berikut :

1. Berapa lama waktu berhenti pesawat pada perkerasan *taxiway* N1 ?
2. Bagaimana evaluasi daya dukung terhadap perkerasan *taxiway* N1 dengan menggunakan program bantu COMFAA ?
3. Berapa tebal rencana perkerasan *taxiway* N1 dengan menggunakan program bantu FAARFIELD ?

1.3 Batasan Masalah

Lingkup pembahasan dalam tugas akhir ini adalah :

1. Tidak membahas dan tidak mengevaluasi detail lapisan perkerasan,
2. Penentuan jenis pesawat berdasarkan data pada satu jam puncak (*peak hour*) yang banyak mengalami antrean,

3. Evaluasi perkerasan menggunakan program bantu COMFAA,
4. Mengevaluasi tebal perkerasan dan *gross weight*,
5. Analisis tebal perkerasan menggunakan program bantu FAARFIELD,
6. Data perencanaan tebal perkerasan menggunakan data yang berasal dari PT. Angkasa Pura 1 Surabaya.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui lama waktu berhenti pesawat pada perkerasan *taxiway* N1,
2. Mengevaluasi daya dukung perkerasan *taxiway* N1 dengan menggunakan program bantu COMFAA,
3. Mengetahui tebal rencana perkerasan yang dihasilkan dengan menggunakan program bantu FAARFIELD.

1.5 Manfaat Penelitian

Dalam penyusunan tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat dalam bidang teknik sipil seperti halnya :

1. Menambah pengetahuan dalam menentukan tipe perkerasan yang akan digunakan dalam perencanaan perkerasan,
2. Menambah pengetahuan tentang penggunaan program bantu komputer terhadap perencanaan tebal perkerasan sisi udara bandara,
3. Hasil yang diperoleh dalam tugas akhir ini diharapkan bisa menjadi referensi dalam pemilihan material perkerasan pada *taxiway*.

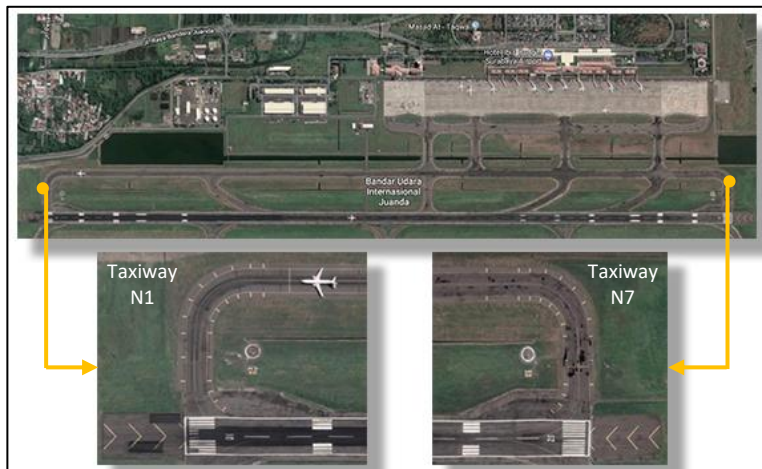
1.6 Lokasi Penelitian

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini penulis memilih terminal 1 Bandar Udara Internasional Juanda. Area yang menjadi pengamatan dalam survey pergerakan pesawat ini yaitu *taxiway N1* terminal 1 Bandar Udara Internasional Juanda. Berikut merupakan lampiran gambar yang penulis dapatkan melalui *google maps* mengenai *layout* eksisting bandar udara Juanda. Lokasi dan situasi terminal 1 Bandar Udara Internasional Juanda dapat dilihat pada Gambar 1.1 dan Gambar 1.2.



Gambar 1.1 Lokasi Terminal 1 Bandar Udara Internasional Juanda, Surabaya

(Sumber : *Google Maps*, 22 Februari 2018)



Gambar 1.2 *Taxiway* Terminal 1 Bandar Udara Internasional Juanda, Surabaya
(Sumber : *Google Maps*, 22 Februari 2018)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Mengacu pada Undang Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2009 pasal 1, Bandar udara adalah kawasan di daratan dan atau perairan yang digunakan sebagai tempat pesawat udara mendarat maupun lepas landas, naik turun penumpang, bongkar muat bagasi/barang, dan tempat perpindahan intra atau antar moda transportasi, yang dilengkapi dengan berbagai fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan, serta fasilitas pokok dan fasilitas pendukung lainnya.

2.2 Fasilitas Bandar Udara

Fasilitas bandar udara ialah sarana dan prasana yang memiliki fungsi utama dan penunjang dalam pengoperasian kegiatan di bandar udara. Menurut Keputusan Menteri Perhubungan No.48 tahun 2002 bab IV pasal 6 fasilitas yang dimaksud meliputi :

1. Fasilitas Pokok bandar udara :
 - a. Fasilitas sisi udara (*Airside Facility*),
 - b. Fasilitas sisi darat (*Landside Facility*),
 - c. Fasilitas navigasi penerbangan,
 - d. Fasilitas alat bantu pendaratan visual,
 - e. Fasilitas komunikasi penerbangan.
2. Fasilitas Penunjang bandar udara :
 - a. Penginapan/hotel,
 - b. Fasilitas penempatan kendaraan bermotor,
 - c. Fasilitas pergudangan,
 - d. Fasilitas hangar,
 - e. Fasilitas lainnya yang menunjang secara langsung atau tidak langsung kegiatan bandar udara.

2.2.1 Fasilitas Sisi Udara Bandara

Fasilitas sisi udara bandara (*Airside Facility*) merupakan bagian dari bandar udara untuk operasi pesawat udara dan segala fasilitas penunjangnya yang merupakan daerah publik (*Non Public Area*). Fasilitas sisi udara bandara meliputi :

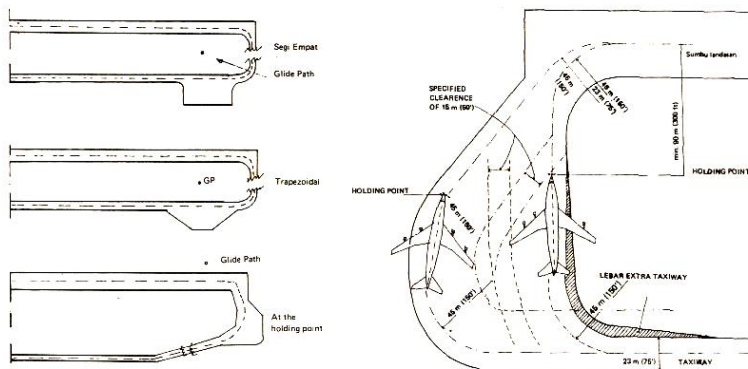
1. *Runway* (Landasan Pacu),
2. *Taxiway* (Landasan Penghubung),
3. *Apron* (Landasan Parkir),
4. *Holding Apron* (*Apron Tunggu*),
5. *Runway Strip*, *Runway End Safety Area (RESA)*, *Stopway*, dan *Clearway*,
6. Fasilitas pertolongan kecelakaan penerbangan dan pemadam kebakaran (PKP-PK), dan
7. Marka dan rambu.

2.3 Taxiway

Taxiway didefinisikan sebagai jalur pada permukaan sisi udara bandar udara yang digunakan untuk pesawat melakukan *taxiing*, dan menjadi penghubung antara bagian landasan pacu (*runway*) dengan pelataran pesawat (*apron*) bandar udara yang satu, dan tempat pesawat menunggu giliran *takeoff* apabila tidak tersedianya *holding apron*. Dua paralel *taxiway* merujuk pada paralel *taxiway*, juga digunakan sebagai prasarana pesawat *taxiing* secara berlawanan. (Horonjeff & Mckelvey, 2010).

2.4 Holding Apron

Apron tunggu (*holding apron*) adalah tempat yang diperuntukkan bagi pesawat untuk pemanasan sebelum *takeoff* atau pesawat dapat melakukan penantian/mendahului untuk mendapatkan efisiensi gerakan permukaan pesawat (Persyaratan Teknis Pengoperasian Bandar Udara, 2006). *Apron* tunggu diposisikan pada landasan hubung (*taxiway*) di tiap ujung landasan pacu (*runway*). Berikut adalah beberapa konfigurasi *Apron* tunggu (*holding apron*) yang dapat dilihat pada Gambar 2.1.



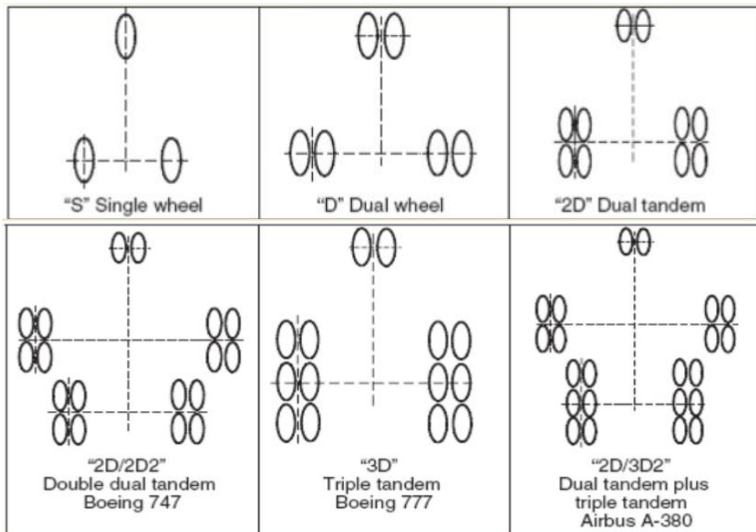
Gambar 2.1 Konfigurasi *Holding Apron*
(Sumber : Horonjeff & MC Kelvey, 2010)

2.5 Konfigurasi Roda Pesawat

Beban pesawat udara didistribusikan ke perkerasan melalui roda depan (*nose gear*) pesawat dan roda utama (*main gear*) pesawat. Roda utama (*main gear*) menerima 95% dari berat pesawat sedangkan roda depan (*nose gear*) menerima 5% dari berat pesawat. Konfigurasi roda pesawat terdiri dari :

1. Single Wheel,
2. Dual Wheel,
3. Dual Tandem,
4. Double Dual Tandem.

Konfigurasi roda pesawat terbang dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Konfigurasi Roda Pesawat Udara
(Sumber : FAA AC 150/5320-6E, 2009)

2.6 Komposisi dan Fungsi Perkerasan Bandara

Menurut *Advisory Circular* 6C tahun 2014 yang dikeluarkan oleh FAA (*Federal Aviation Administration*) perkerasan bandara dirancang, didesain, dan dibangun untuk mendukung beban kritis yang dikenakan terhadapnya dan menciptakan permukaan yang halus, tahan terhadap gesekan (*skid-resistance*), dan aman. Sebuah perkerasan juga harus menjamin kualitas pada ketebalannya dengan maksud untuk memastikan tidak terjadi kegagalan akibat beban yang dikenakan dan cukup untuk menahan aksi abrasif lalu lintas, cuaca buruk, dan pengaruh perusakan lainnya. Adapun klasifikasi perkerasan bandara dibedakan menjadi dua, yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*).

1. Perkerasan lentur (*flexible pavement*) terdiri dari beberapa lapisan yang dipilih dengan hati-hati serta dirancang untuk secara bertahap mendistribusikan beban dari permukaan perkerasan dengan lapisan dibawahnya. Desain memastikan beban ditransmisikan ke setiap lapisan berturut-turut tidak melebihi kapasitas beban layer. Adapun bagian-bagian dari tiap lapisan dijelaskan sebagai berikut :

a. Permukaan Bituminous

Terdiri dari berbagai agregat yang dipilih terikat bersama-sama dengan aspal atau pengikat aspal lainnya. Permukaan ini mencegah penetrasi air permukaan ke *base course*. Menyediakan permukaan halus, tahan terhadap gesekan tanpa menyebabkan kerusakan pada ban yang tidak semestinya, lapisan permukaan yang terikat dari partikel lepas yang dapat membahayakan pesawat dan mampu menahan tekanan yang disebabkan oleh beban pesawat.

b. *Base Course*

Berfungsi sebagai komponen utama perkerasan lentur untuk mendistribusikan beban roda yang dikenakan kepada pondasi perkerasan, *subbase* dan atau tanah dasar, menahan perubahan volume yang disebabkan oleh fluktuasi kadar air. Material penyusun *base course* dipilih agregat kasar dan tahanan lama. Terdapat bagian yang diperbaiki terdiri dari agregat hancur dan tak hancur (kasar dan halus) yang diikat dengan *portland cement*/bitumen (aspal).

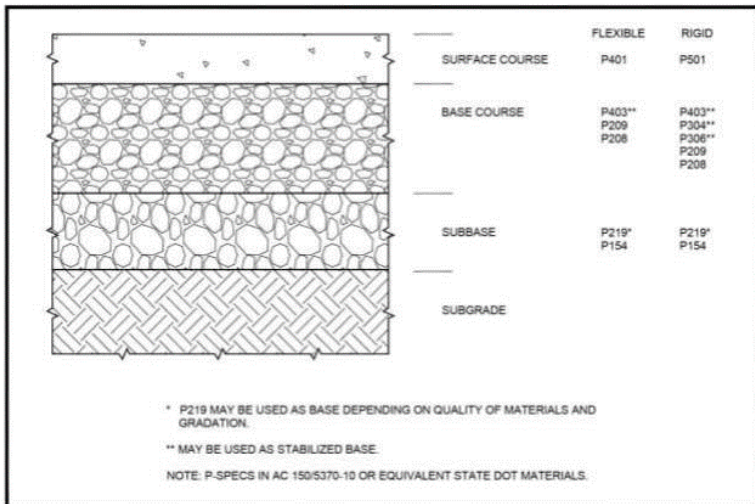
c. *Subbase*

Digunakan di daerah-daerah dimana terjadi pembekuan parah atau kondisi tanah dasar yang sangat buruk, kurang lebih fungsi daripada *subbase* sama dengan *base course* tapi kebutuhan bahan tidak seketat/sebagus *base course* karena *subbase* mengalami tegangan beban yang lebih rendah.

d. *Subgrade*

Subgrade (tanah dasar) adalah lapisan tanah yang dipadatkan yang merupakan bagian dasar dari sistem perkerasan mengalami tegangan yang lebih rendah dari lapisan permukaan dan *subbase* perkerasan diatas tanah dasar harus mampu mengurangi tekanan yang dikenakan pada tanah dasar yang bertujuan untuk mencegah tekanan/pergeseran yang berlebihan pada *subgrade* dikarenakan jenis tanah dasar yang bervariasi maka diperlukan pemeriksaan yang hati-hati untuk penentuannya.

Lapisan perkerasan lentur (*flexible pavement*) akan ditunjukkan pada Gambar 2.3 berikut ini :



Gambar 2.3 Tipikal Perkerasan Lentur
(Sumber: FAA AC 150/5380-6C, 2014)

- Perkerasan kaku (*rigid pavement*) umumnya menggunakan PCC (*Portland Cement Concrete*) sebagai elemen struktur utama. Perencanaan slab perkerasan bisa bermacam-macam, slab terletak pada granular (butiran) yang dipadatkan atau pada *subbase* yang telah mendapatkan perlakuan khusus (*treated subbase*) yang didukung pada tanah dasar (*subgrade*) yang dipadatkan. Bagian-bagian pada perkerasan kaku pada umumnya hampir sama dengan perkerasan lentur, hanya saja berbeda pada lapisan permukaan yang digunakan. Pada perkerasan kaku menggunakan lapisan *concrete slab* tapi pada umumnya memiliki dan menyediakan fungsi sama untuk menyediakan permukaan halus, *skid-resistance*, mencegah infiltrasi berlebih pada *subbase* serta memberi dukungan struktural untuk pesawat.

2.7 Sistem ATM (*Air Traffic Management*)

Sistem ATM dimaksudkan untuk mengatur jarak minimum antar pesawat yang akan menggunakan *runway*. Sistem ini juga mengatur jumlah pesawat yang dapat beroperasi pada *runway* sehingga dapat meningkatkan efektivitas penggunaan *runway*. FAA (*Federal Aviation Administration*) mengklasifikasikan pesawat terbang menjadi tiga kelas berdasarkan MTOW (*Maximum Take Off Weight*) yaitu :

- a. *Heavy Class* (H) → MTOW > 255000 lbs (116 ton),
- b. *Large Class* (L) → 41000 lbs (19 ton) < MTOW < 255000 lbs (116 ton),
- c. *Small Class* (S) → MTOW < 41000 lbs (19 ton),
- d. Untuk Boeing 757 diklasifikasikan antara H dan L.

- Pesawat yang berurutan harus dipisahkan dalam jarak tertentu seperti pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.1 Pemisahan Jarak Antar Pesawat
(Sumber : Horonjeff & MC Kelvey, 2010)

		Pesawat Berada Di Belakang (mil)		
		H	L	S
Pesawat Berada Di Depan (mil)	H	4	5	0.83
	L	2.5 atau 3	2.5 atau 3	0.75
	S	2.5 atau 3	2.5 atau 3	2.5 atau 3

- Pesawat yang masih berada di udara tidak dapat melakukan *landing* sebelum pesawat yang berada di depannya selesai meninggalkan *runway*, dan pesawat yang akan *takeoff* harus menunggu pesawat yang *landing* selesai meninggalkan *runway*.
- Jarak antara kedatangan (*arrive*) pesawat dipisahkan dalam satuan waktu (detik) seperti pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.2 Interval Waktu Pemisahan Pesawat
(Sumber : Horonjeff & MC Kelvey, 2010)

		Pesawat Berada Di Belakang (detik)		
		H	L	S
Pesawat Berada Di Depan (detik)	H	90	120	120
	L	60	60	60
	S	45	45	45

*pemisahan antar pesawat disarankan berjarak 120 detik

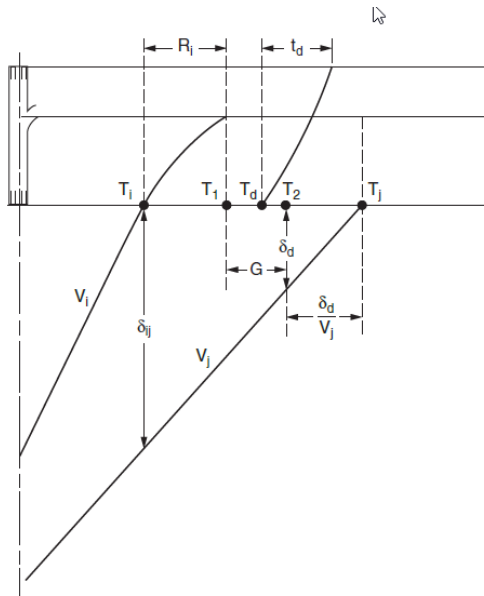
2.8 Permodelan Interval Waktu Untuk Operasi Campuran (*Mix Operation*)

Model ini didasarkan pada aturan pengoperasian, yaitu :

1. Kedatangan mempunyai prioritas daripada keberangkatan,
2. Hanya satu pesawat dapat berada di *runway* pada sembarang waktu,
3. Keberangkatan tidak dapat dilaksanakan apabila pesawat yang datang berikutnya berada pada jarak yang kurang dari suatu jarak tertentu dari ambang *runway* biasanya sebesar 2 nmi (*nautical miles*) dalam kondisi IFR (*Instrument Flight Rules*).

Time Space Diagram dapat digambar untuk memperlihatkan pengurutan operasi campuran menurut aturan-aturan di atas dan hal ini diperlihatkan pada Gambar 2.4. Pada gambar ini T_i dan T_j merupakan waktu dimana pesawat yang berada di depan (i) dan yang berada di belakang (j) melewati ambang kedatangan, δ_{ij} adalah pemisahan waktu minimum diantara kedatangan, T_1 adalah waktu dimana pesawat yang datang meninggalkan *runway*, T_d adalah dimana waktu pesawat yang akan berangkat mulai tinggal landas, δ_d adalah jarak minimum pada jarak mana pesawat yang datang harus berada (dari ambang

runway) supaya keberangkatan dapat dilakukan, T_2 adalah waktu yang menyatakan saat terakhir dimana keberangkatan dapat dilakukan, R_i adalah waktu pemakaian *runway* untuk suatu kedatangan, G adalah perbedaan waktu dimana keberangkatan dapat dilakukan, dan t_d adalah waktu pelayanan yang dibutuhkan untuk keberangkatan.



Gambar 2.4 *Time Space Diagram* untuk Operasi Campuran
(Sumber : Horonjeff & MC Kelvey, 2010)

Karena kedatangan diberikan prioritas, pesawat yang datang diurutkan dengan pemisahan minimum dan keberangkatan tidak dapat dilakukan kecuali terdapat waktu G diantara kedatangan yang berurutan. Oleh sebab itu dapat ditulis :

$$G = T_2 - T_1 \geq 0$$

$$T_1 = T_i - R_i$$

$$T_2 = T_j - \frac{\delta_d}{V_j}$$

maka dapat ditulis :

$$T_2 - T_1 \geq \left(T_j - \frac{\delta_d}{V_j} \right) - (T_i + R_i) \geq 0 \dots \dots \dots (2.1)$$

atau untuk melakukan satu keberangkatan diantara dua kedatangan yang berurutan didapat :

$$T_j - T_i \geq \left(R_i + \frac{\delta_d}{V_j} \right) \dots \dots \dots (2.2)$$

Dengan pengembangan sederhana persamaan ini, jelas bahwa waktu antar kedatangan rata-rata yang dibutuhkan $E(\Delta T_{ij})$ untuk melakukan keberangkatan diantara dua kedatangan.

$$E(\Delta T_{ij}) \geq E(R_i) + E\left(\frac{\delta_d}{V_j}\right) + (n_d - 1)E(t_d) \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

$E(\Delta T_{ij})$ = waktu dimana pesawat yang berada di depan (i) dan yang berada di belakang (j) melewati ambang kedatangan,

$E(R_i)$ = waktu pemakaian *runway* untuk suatu kedatangan,

$E(t_d)$ = waktu pelayanan yang dibutuhkan untuk keberangkatan,

V_j = kecepatan pada saat mendekati landasan dari pesawat dibelakang (j).

2.9 PCN - ACN

PCN (*Pavement Classification Number*) adalah angka yang menjelaskan daya dukung perkerasan untuk operasi tak terbatas pesawat dengan nilai ACN (*Aircraft Classification Number*) kurang dari atau sama dengan PCN. PCN menggambarkan kekuatan struktur perkerasan, batas kekuatan *subgrade*, batas tekanan roda pesawat, dan metode perhitungan nilai PCN yang digunakan. (*Manual of Standard 139 – Aerodrome, DGCA*)

ACN (*Aircraft Classification Number*) merupakan suatu angka yang menjelaskan dampak relatif suatu pesawat terbang terhadap landasan untuk suatu standar *subgrade* kategori tertentu. (*Manual of Standard 139 – Aerodrome, DGCA*). Sedangkan pada Peraturan Direktur Jendral Perhubungan Udara Nomor : KP.29/VI/2014 tentang Manual Standar Teknis dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil – Bagian 139 ayat 6.2.11 menyebutkan : Landas pacu harus sanggup dan tetap melayani lalu lintas dari pesawat di landas pacu yang dikehendaki. Kemampuan landas pacu :

$PCN > ACN < 1,1 PCN$ (untuk *flexible pavement*).

$PCN > ACN < 1,05 PCN$ (untuk *rigid pavement*).

2.9.1 Konsep PCN

Pada dasarnya, menentukan daya dukung perkerasan dalam PCN adalah suatu proses menentukan nilai ACN untuk pesawat yang paling kritis atau yang paling berpengaruh dan menentukan nilai ACN sebagai PCN untuk struktur perkerasan. Dengan kondisi ini, setiap pesawat dengan nilai ACN sama dengan atau kurang dari nilai PCN yang ditentukan dapat beroperasi dengan aman pada perkerasan untuk batas tekanan ban tertentu.

2.9.2 Penentuan Nilai PCN

Penentuan nilai PCN untuk perkerasan tertentu dapat didasarkan pada salah satu dari dua prosedur. Prosedur ini dikenal sebagai metode "uji coba" pesawat terbang dan metode evaluasi "teknis". Prosedur ICAO mengizinkan negara-negara anggota untuk menentukan nilai PCN berdasarkan prosedur evaluasi internal yang dikembangkan secara internal.

Nilai PCN ditentukan dari pembebanan yang diizinkan. Meskipun penting untuk tidak mengacaukan nilai PCN dengan parameter desain perkerasan, PCN dikembangkan dengan cara yang sama. Pembebanan yang diizinkan ditentukan dengan menerapkan prinsip yang sama seperti yang digunakan untuk desain perkerasan. Proses untuk menentukan beban yang diizinkan adalah dengan mengambil faktor-faktor seperti frekuensi operasi dan faktor lainnya.

Pembebanan yang diperbolehkan sering dinyatakan dalam bentuk jenis roda pesawat dan maksimum berat kotor pesawat, karena variabel-variabel ini digunakan dalam prosedur desain perkerasan. Dalam menentukan pembebanan yang diizinkan, evaluasi harus membahas apakah tingkat beban yang diizinkan mewakili kekuatan perkerasan di atas frekuensi operasi. Setelah beban yang diizinkan ditetapkan, penentuan nilai PCN adalah proses sederhana untuk menentukan nilai ACN dari pesawat yang mewakili beban yang diperbolehkan dan menyebutnya sebagai nilai PCN.

2.9.3 Metode Evaluasi Teknis

Daya dukung pada perkerasan sulit untuk dijelaskan dengan cara yang tepat dan akan bervariasi tergantung pada kombinasi unik dari kondisi pemuatan pesawat, frekuensi operasi, dan kondisi daya dukung perkerasan. Metode evaluasi teknis mencoba untuk mengatasi ini dan variabel-variabel spesifik lainnya untuk menentukan kekuatan perkerasan. Secara umum, untuk struktur perkerasan tertentu dan pesawat yang beroperasi,

jumlah operasi yang diperbolehkan (lalu lintas) akan berkurang seiring dengan meningkatnya beban (peningkatan berat pesawat).

Sangat mungkin bahwa dua struktur perkerasan dengan penampang yang berbeda akan memperoleh kekuatan yang sama. Namun, operasi pesawat yang diizinkan akan sangat berbeda. Ketidaksihesuaian ini harus diakui oleh operator bandara dan mungkin memerlukan batasan operasional yang diatur di luar sistem ACN-PCN. Semua faktor yang terlibat dalam menentukan penilaian perkerasan adalah penting, dan untuk alasan inilah penilaian perkerasan tidak boleh dilihat secara absolut, melainkan sebagai estimasi nilai representatif. Evaluasi perkerasan yang berhasil adalah evaluasi yang memberikan penilaian kekuatan perkerasan yang mempertimbangkan efek dari semua variabel pada perkerasan.

Keakuratan evaluasi teknis lebih baik daripada menggunakan prosedur uji coba pesawat, namun membutuhkan peningkatan waktu dan sumber daya. Evaluasi perkerasan mungkin memerlukan kombinasi inspeksi di tempat, pengujian beban, dan penilaian teknik. Penurunan kinerja servis perkerasan umumnya dikaitkan dengan peningkatan kekasaran permukaan atau tekanan tertentu, seperti *rutting* atau retak. Penentuan kemampuan struktur perkerasan tidak hanya mempertimbangkan besarnya beban perkerasan, tetapi juga dampak dari akumulasi efek volume lalu lintas selama umur dari perkerasan.

2.9.4 Penulisan Nilai PCN

Sistem penulisan nilai PCN menggunakan format kode yaitu untuk memaksimalkan banyaknya informasi yang terkandung dalam jumlah karakter yang sedikit dan untuk memfasilitasi komputerisasi. Format penulisan PCN disusun berdasarkan informasi dengan kode yang telah distandarisasi yang meliputi nilai numerik PCN, jenis perkerasan, daya dukung tanah dasar, tekanan roda pendarat, dan metode evaluasi yang digunakan.

Penulisan tersebut secara urut dengan tanda pemisah antar kode menggunakan tanda garis miring (/).

a. Nilai Numerik

Nilai numerik adalah suatu perkiraan relatif dari kapasitas daya dukung perkerasan akibat beban roda tunggal standar pada suatu perkerasan.

b. Kode Jenis Perkerasan

Jenis perkerasan dibedakan menjadi 2 (dua), yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*) dengan kode “F”, dan perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) dengan kode “R”.

c. Kode Daya Dukung Tanah

Kategori daya dukung perkerasan tanah dasar (*subgrade*) dibedakan menjadi 4 (empat) kategori sesuai dengan besar nilai daya dukung untuk jenis perkerasan kaku maupun jenis perkerasan lentur. Klasifikasi konfigurasi daya dukung tanah dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut ini.

Tabel 2.3 Klasifikasi Kategori Daya Dukung Tanah Dasar
(Sumber : FAA, 2011)

Kategori	Nilai CBR Flexible Pavement	Nilai ‘k’ Rigid Pavement (MN/m ³)	Kode
High	> 13%	> 120	A
Medium	8% - 13%	60 – 120	B
Low	4% - 8%	25 – 60	C
Ultra Low	< 4%	< 25	D

d. Kode Tekanan Roda Yang Diizinkan

Kategori tekanan roda pesawat yang diizinkan dibedakan menjadi 4 (empat) kategori sesuai dengan besarnya tekanan roda pesawat yang beroperasi atau yang direncanakan. Klasifikasi tekanan roda pesawat dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut ini.

Tabel 2.4 Klasifikasi Tekanan Roda Pesawat
(Sumber : FAA, 2011)

Kategori	Tekanan Roda		Kode
High	> 218 psi	> 1,5 MPa	W
Medium	145 – 218 psi	1.0 – 1.5 MPa	X
Low	73 – 145 psi	0.5 – 1.0 MPa	Y
Ultra Low	< 73 psi	< 0.5 MPa	Z

e. Kode Metode Evaluasi

Adalah kode berdasarkan metode yang digunakan untuk menghitung nilai PCN dibedakan menjadi dua metode yaitu metode secara teknik dengan diberi kode “T”, dan metode secara uji coba pesawat dengan diberi kode “U”.

2.10 Program Bantu COMFAA

Pada evaluasi perkerasan dalam Tugas Akhir ini tidak dapat menggunakan metode program lain selain program bantu COMFAA. Karena hasil yang akan dievaluasi adalah “*Maximum Allowable Gross Weight*” (maksimum berat kotor yang diizinkan) dan “*Thickness for Total Equivalent Coverages*” (total tebal perkerasan cakupan rata-rata) yang hanya dapat diperoleh dari hasil *output* program bantu COMFAA.

COMFAA adalah program bantu yang dibuat oleh FAA (*Federal Aviation Administration*) yang beroperasi dalam dua jenis mode perhitungan: mode perhitungan *Aircraft Classification Number (ACN computation mode)* dan mode desain perkerasan (*pavement design mode*).

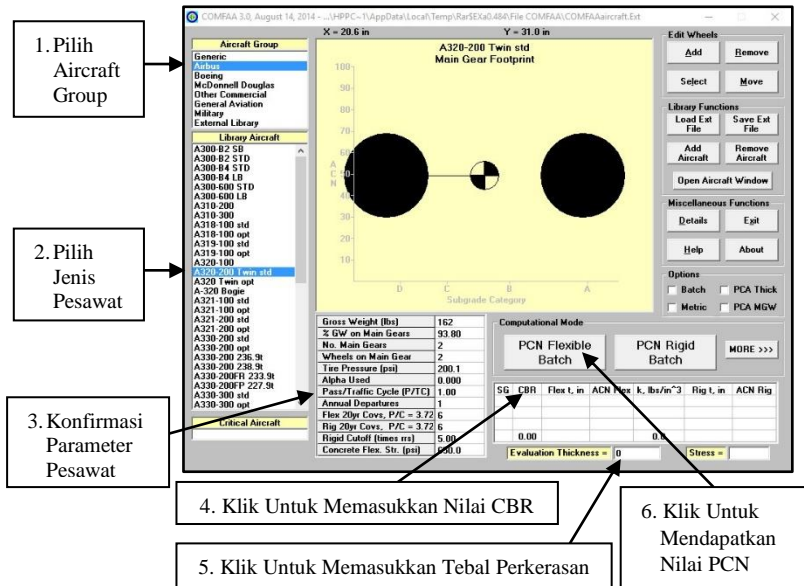
Mode perhitungan ACN :

1. Menghitung jumlah ACN untuk pesawat diperkerasan lentur (*flexible pavement*),
2. Menghitung jumlah ACN pesawat untuk pesawat diperkerasan kaku (*rigid pavement*),
3. Menghitung ketebalan perkerasan lentur berdasarkan prosedur ICAO (metode CBR),
4. Menghitung ketebalan pelat perkerasan kaku (*rigid pavement*) berdasarkan prosedur ICAO (metode Asosiasi Semen Portland, kasus beban interior) untuk nilai 'k' dari tanah dasar eksisting.

Mode tebal perkerasan:

1. Menghitung ketebalan perkerasan lentur total berdasarkan metode FAA CBR yang ditentukan dalam AC 150/5320-6D, *Airport Pavement Design and Evaluation*, untuk nilai CBR dan tingkat cakupan yang ditentukan oleh pengguna,
2. Menghitung ketebalan pelat perkerasan kaku berdasarkan metode FAA Westergaard (analisis beban tepi) yang ditentukan dalam AC 150/5320-6D untuk nilai k dan tingkat cakupan yang ditentukan oleh pengguna.

Tampilan program bantu COMFAA akan ditunjukkan pada Gambar 2.5 berikut ini :



Gambar 2.5 Tampilan Program Bantu COMFAA
(Sumber : FAA AC 150/5335-5a, 2006)

Untuk mendapatkan nilai “*Maximum Allowable Gross Weight*” (maksimum berat kotor yang diizinkan) dan “*Thickness for Total Equivalent Coverages*” (total tebal perkerasan cakupan rata-rata) langkah pertama yang dilakukan adalah memilih grup pesawat dari menu “*Aircraft Group*” (contoh : Airbus), kemudian memilih tipe pesawat (contoh : A320-200 Twin std), lalu klik “*Add Aircraft*” pada kotak dialog “*Library Function*”. Jenis pesawat yang telah dipilih akan muncul pada menu “*Aircraft Group*” bagian “*External Library*”.

Kemudian pilih dan klik pesawat pada menu “*Library Aircraft*” (contoh : A320-200 Twin std), dan akan muncul informasi pada layar. Lalu mengkonfirmasi parameter pesawat (*Gross Weight, Tire Pressure, Annual Departures*, dll), isikan data yang telah diperoleh dari lapangan pada kolom CBR dan “*Evaluation Thickness*” selanjutnya pilih dan klik tombol “*PCN Flexible Batch*” untuk memperoleh hasil PCN pada perkerasan lentur (*flexible pavement*) atau pilih dan klik tombol “*PCN Rigid Batch*” untuk memperoleh hasil PCN pada perkerasan kaku (*rigid pavement*). Hasil akhir dari nilai yang diperoleh akan ditampilkan pada kotak dialog baru, seperti pada Gambar 2.6 berikut ini :

This file name = PCN Results Flexible 6-28-2018 17:08:09.txt
 Library file name = C:\Users\Samsung\AppData\Local\Temp\RarSExa0.034\File COMFAA\COMFAAokee.Ext
 Units = Metric

Evaluation pavement type is flexible and design procedure is CBR.
 Alpha Values are those approved by the ICAO in 2007.

CBR = 3.09 (Subgrade Category is D(3))
 Evaluation pavement thickness = 1,000.0 mm
 Days to Traffic Cycle (PavTD) Basis = 1.00
 Maximum number of wheels per gear = 2
 Maximum number of gears per aircraft = 2

No aircraft have 4 or more wheels per gear. The FAA recommends a reference section assuming 76 mm of HMA and 152 mm of crushed aggregate for equivalent thickness calculations.

Results Table 1. Input Traffic Data

No.	Aircraft Name	Gross Weight	Percent Gross Wt	Tire Press	Annual Deps	20-yr Coverages	6D Thick
1	A320-200 Twin std	73,900	93.80	1,380	12,511	67,280	1,293.6
2	B737-500	60,781	92.24	1,338	1,305	6,766	1,031.8
3	B737-800	79,243	93.66	1,413	10,988	61,788	1,348.4
4	B737-900 ER	86,366	94.88	1,517	6,639	37,536	1,931.0

Results Table 2. PCN Values

No.	Aircraft Name	Critical Aircraft Total Equiv. Covs.	Thickness for Total Equiv. Covs.	Maximum Allowable Gross Weight	ACN Thick at Max. Allowable Gross Weight	PCN on CDF	D(3)
1	A320-200 Twin std	278,129	1,379.3	42,621	852.89	48.4568	26.0
2	B737-500	875,503	1,293.0	38,341	824.46	1.5543	24.3
3	B737-800	162,667	1,406.0	43,367	875.72	76.3584	27.4
4	B737-900 ER	101,150	1,445.7	44,372	895.03	74.7567	28.6

Gambar 2.6 Hasil Output Program Bantu COMFAA

2.11 Metode FAA (*Federal Aviation Administration*)

FAA (*Federal Aviation Administration*) adalah lembaga pemerintah Amerika Serikat yang bertugas untuk mengatur segala macam hal yang berhubungan dengan penerbangan dan navigasi di Amerika. FAA mengeluarkan perhitungan desain perkerasan yaitu *Advisory Circular (AC) No.150/5320-6d* (FAA,2009) yang di sebut dengan cara manual dan *Advisory Circular (AC) No.150/5320-6e* (FAA,2009) yang menggunakan program bantu FAARFIELD (*Federal Aviation Administration Rigid and Flexible Iterative Elastic Layered Design*).

Perbedaan mendasar dari kedua peraturan ini adalah pada metode *Advisory Circular (AC) No.150/5320-6d* penentuan tebal perkerasan mengacu pada karakteristik pesawat perencanaan dengan menggunakan tabel grafik perkerasan, sedangkan *Advisory Circular (AC) No.150/5320-6e* dapat menentukan tebal perkerasan pada semua jenis pesawat dengan menggunakan program bantu FAARFIELD.

2.11.1 Program Bantu FAARFIELD

Pada pasal *Advisory Circular (AC) No.150/5320-6e*, FAA mencatumkan segala ketentuan mengenai batas-batas syarat yang dipenuhi dalam menentukan tebal perkerasan dan hal-hal yang harus diinput dalam menggunakan program bantu FAARFIELD. Standar perencanaan FAA dalam program bantu FAARFIELD digunakan berdasar pada umur rencana 20 tahun dan dapat pula digunakan untuk umur rencana lain, tetapi penggunaan umur rencana di luar 20 tahun akan memberikan deviasi pada standar FAA.

Pada Tugas Akhir ini program bantu FAARFIELD akan digunakan sebagai media untuk menentukan tebal perkerasan berdasarkan hasil evaluasi. Karena program bantu ini mudah digunakan untuk menentukan tebal rencana perkerasan dan lapisan perkerasan. Tampilan program bantu FAARFIELD dapat dilihat pada Gambar 2.7. Langkah-langkah yang perlu diperhatikan dalam menjalankan program bantu FAARFIELD antara lain :

1. Input Data

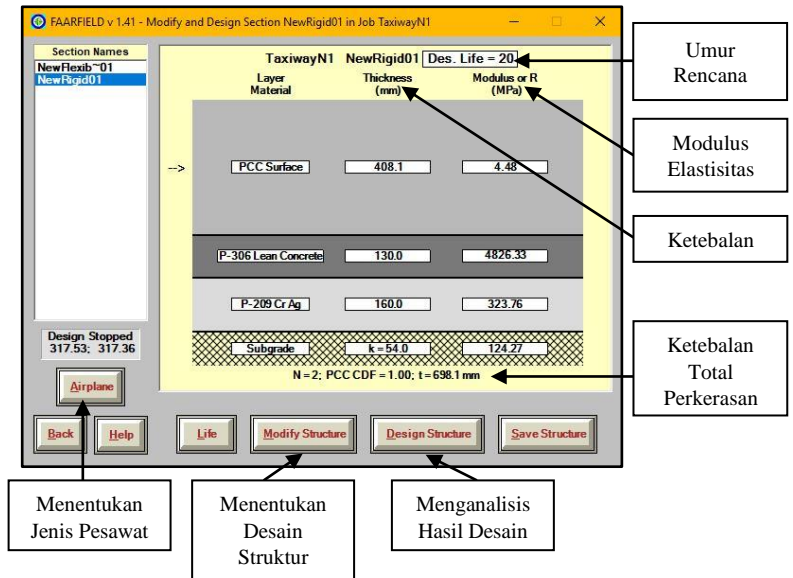
Pada bagian input *subgrade support condition* dibutuhkan nilai 'k', sedangkan untuk lapisan material dibutuhkan nilai modulus, ketebalan, dan poisson ratio. Untuk karakteristik pesawat yang ditinjau meliputi beban roda, letak roda, dan tekanan roda. Sedangkan umur rencana perencanaan standar FAA untuk perkerasan yaitu 20 tahun.

2. Input Jenis Pesawat

Input masing-masing jenis pesawat secara manual dalam program bantu FAARFIELD untuk jumlah keberangkatan tahunan yang berbeda-beda pada setiap pesawatnya.

3. Output

Setelah memasukkan data yang dibutuhkan, maka program bantu FAARFIELD akan menampilkan hasil total tebal perkerasan yang dibutuhkan dan memberikan kontribusi kerusakan usia rencana.



Gambar 2.7 Tampilan Program Bantu FAARFIELD
(Sumber : FAA AC, 2009)

BAB III METODOLOGI

3.1 Umum

Metodologi penulisan merupakan gambaran tahapan-tahapan yang akan dilakukan untuk mencapai suatu tujuan penulisan sehingga dapat memberikan kemudahan dalam melakukan pengerjaan sampai pada akhirnya dapat memecahkan masalah sesuai dengan langkah-langkah yang ditetapkan. Agar tujuan dari penulisan ini dapat berjalan dengan baik, maka terdapat beberapa tahapan dalam pengerjaannya, yaitu :

1. Studi Literatur,
2. Pengumpulan data,
3. Pengolahan Data,
4. Analisis Data,
5. Hasil Analisis,
6. Diagram Alir Metodologi,
7. Kesimpulan.

3.2 Studi Literatur

Adalah tahap pengumpulan referensi yang dapat mempermudah dan membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini. Referensi yang didapat berasal dari buku diktat kuliah, buku-buku yang berhubungan dengan penyelesaian tugas akhir ini, dan dari internet, serta mempelajari program bantu COMFAA untuk evaluasi perkerasan dan program bantu FAARFIELD untuk menentukan kebutuhan tebal perkerasan.

3.3 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam tugas akhir ini merupakan data primer yang diperoleh melalui survey lapangan, data sekunder yang didapat dari PT. Angkasa Pura 1 Surabaya dan data yang diperoleh dari berbagai literatur dan jurnal. Data-data yang digunakan untuk menganalisis waktu lama berhenti pesawat pada

perkerasan *taxiway* N1 Bandar Udara Internasional Juanda adalah data primer yang diperoleh dari survey lapangan. Pada proses pelaksanaannya, pengambilan data membutuhkan izin dari PT. Angkasa Pura 1 Surabaya. Kemudian mengamati setiap pergerakan pesawat, khususnya pesawat yang berhenti pada *taxiway* N1 Terminal 1 Bandar Udara Internasional Juanda. Lalu menganalisis lama berhenti pesawat berdasarkan data yang diperoleh dari survey lapangan *taxiway* N1 Terminal 1 Bandar Udara Internasional Juanda.

Data yang digunakan untuk mengevaluasi perkerasan lentur (*flexible pavement*) terhadap lama berhenti pesawat dengan menggunakan program bantu COMFAA merupakan data primer dan sekunder yang diperoleh dari PT. Angkasa Pura 1 Juanda Surabaya melalui proposal permohonan data. Data tersebut berupa data-data sebagai berikut :

1. Data spesifikasi bandara

Data spesifikasi bandara terdapat pada lampiran “WARR AD 2.1 AERODROME LOCATION INDICATOR AND NAME WARR – SURABAYA / Juanda”. Data tersebut digunakan untuk melihat spesifikasi perkerasan dan lokasi (*layout*) bandar udara Juanda.

2. Data waktu pergerakan pesawat

Data berikut diperoleh melalui pengamatan di lapangan. Alat dan bahan yang diperlukan untuk melakukan pengamatan adalah sebagai berikut :

- a. Jadwal Keberangkatan Pesawat, yang dapat diperoleh melalui website <https://transit.navitime.com> (25 April 2018),
- b. Formulir Survey, dapat dilihat pada lampiran “Formulir Survey Waktu Pergerakan Pesawat”,
- c. *Stopwatch*, digunakan untuk menghitung waktu pergerakan pesawat, dimulai dari pesawat berhenti sampai pesawat tersebut melewati garis batas tunggu *taxiway* N1,

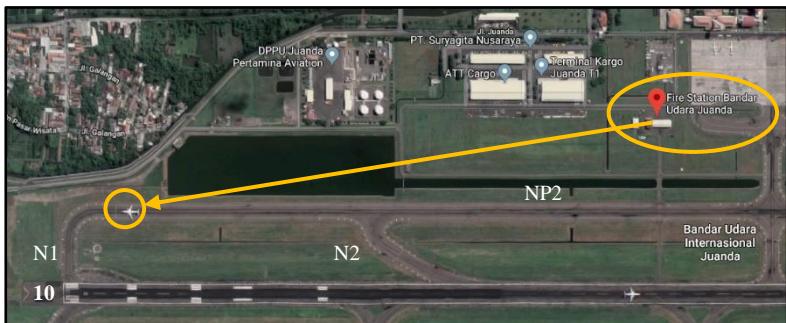
- d. Arloji, digunakan untuk melihat pada pukul berapa pesawat berhenti dan pada pukul berapa pesawat melewati garis batas tunggu *taxiway* N1,
- e. Binokular, digunakan untuk mengamati pergerakan pesawat, dikarenakan jarak pandang dari tempat pengamatan (markas pemadam kebakaran bandar udara Juanda) sampai garis batas tunggu *taxiway* N1 yang cukup jauh, yaitu sebesar $\pm 1,24$ km.

Apabila bahan yang diperlukan untuk melakukan pengamatan telah tersedia, maka pengamatan dimulai dengan melihat pesawat pertama yang akan *takeoff* atau *landing* dan mencatat waktu pesawat di formulir survey. Pengamatan pada pesawat yang akan *takeoff* dilakukan dengan mengamati pesawat yang melalui atau berhenti pada garis batas tunggu *taxiway* N1, sedangkan pesawat yang akan *landing* dilakukan dengan mengamati pesawat yang melalui *runway* 10. Garis batas tunggu *taxiway* N1 Bandar Udara Internasional Juanda akan ditunjukkan pada lingkaran berwarna jingga di Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Garis Batas Tunggu Pesawat Pada *Taxiway* N1
(Sumber : *Google Maps*, 22 Februari 2018)

Pengamatan dilaksanakan di lantai 2 Markas Pemadam Kebakaran (*Fire Station*) Bandar Udara Juanda. Jarak pandang dari lokasi pengamatan ke lokasi pesawat berhenti (garis batas tunggu *taxiway* N1) yaitu $\pm 1,24$ km, dan waktu pelaksanaan survey lapangan dimulai pada pukul 11.00 WIB sampai dengan pukul 16.00 WIB. Lokasi survey di lapangan untuk mengamati pergerakan pesawat akan ditunjukkan pada lingkaran berwarna jingga di Gambar 3.2 berikut ini.



Gambar 3.2 Lokasi Pengamatan di Lapangan
(Sumber : *Google Maps*, 22 Februari 2018)

Pengamatan pesawat yang berhenti atau melewati garis batas tunggu *taxiway* N1 menggunakan binokular yang telah tersedia di lantai 2 markas pemadam kebakaran. Disana juga terdapat layar informasi jadwal penerbangan keberangkatan yang memudahkan untuk melakukan survey pengamatan pergerakan pesawat. Jadi kita dapat mengetahui jadwal maskapai dan tipe pesawat yang akan melakukan *takeoff*.

Pada pesawat yang akan *takeoff*, perhitungan waktu dengan menggunakan *stopwatch* dimulai ketika pesawat melewati atau berhenti tepat pada garis batas tunggu pesawat dan mencatat waktu yang ditunjukkan oleh arloji saat pesawat mencapai garis batas tunggu *taxiway* N1 di formulir survey. Ketika pesawat bergerak melewati garis batas tunggu *taxiway* N1, *stopwatch* dihentikan lalu mencatat waktunya, dan juga mencatat waktu yang terdapat pada arloji di formulir survey. Kegiatan ini dilakukan berulang kali pada setiap pesawat yang akan melakukan *takeoff*.

Dan untuk pesawat yang akan *landing*, pengamatan dilakukan dengan mengamati pesawat yang *landing* pada *runway* 10 bandar udara Juanda. Pencatatan waktu dilakukan menggunakan waktu yang ditunjukkan oleh arloji saja ketika pesawat mencapai perkerasan *runway*. Lalu mencatat waktu yang diperoleh di formulir survey.

3. Data tanah,

- a. Data tebal perkerasan eksisting *taxiway* N1 yang terdapat pada lampiran “Perhitungan Settlement Akibat Beban Total Titik N1” digunakan sebagai data input program bantu COMFAA untuk mengevaluasi perkerasan *taxiway* N1,
- b. Nilai CBR pada *subgrade taxiway* N1 Bandar Udara Juanda. Data nilai CBR *taxiway* N1 terdapat pada lampiran “PERCOBAAN C.B.R.” yang menunjukkan bahwa nilai CBR terdapat 2 penetrasi yaitu penetrasi 0.1” dan 0.2” yang memiliki masing-masing nilai CBR sebagai berikut :

Tabel 3.1 Data Nilai CBR
(Sumber : PT. Angkasa Pura 1, 2017)

	Nilai CBR (%)	
	0,1”	0,2”
Atas	2.67	3.28
Bawah	2.36	2.90

Maka digunakan penetrasi 0.2” karena memiliki penetrasi yang lebih besar daripada penetrasi 0.1”, dengan perhitungan penentuan nilai CBR sebagai berikut :

$$\frac{3.28\% + 2.90\%}{2} = 3.09\%$$

Jadi nilai CBR yang digunakan adalah 3.09% sebagai data input program bantu COMFAA untuk evaluasi perkerasan lentur (*flexible pavement*) *taxiway* N1.

Data yang digunakan untuk menentukan tebal perkerasan *taxiway* N1 Bandar Udara Internasional Juanda dengan menggunakan program bantu FAARFIELD adalah sebagai berikut :

1. Data tipe pesawat

Data tipe pesawat dapat diperoleh dari buku manual karakteristik pesawat. Data tersebut akan digunakan untuk melihat spesifikasi yang dimiliki pesawat.

2. Data tanah

- a. Data nilai CBR pada *subgrade taxiway* N1 apabila evaluasi perkerasan *taxiway* N1 memperoleh hasil memenuhi, maka data tersebut akan digunakan sebagai data input program bantu FAARFIELD untuk jenis perkerasan lentur (*flexible pavement*),
- b. Data nilai ‘k’ (modulus reaksi tanah dasar) *subgrade taxiway* N1 apabila evaluasi perkerasan *taxiway* N1 memperoleh hasil tidak memenuhi, maka data tersebut akan digunakan sebagai data input program bantu FAARFIELD untuk jenis perkerasan kaku (*rigid pavement*).

Tabel 3.2 Data Struktur Perkerasan

Data Struktur Perkerasan	
Modulus Reaksi Tanah Dasar, k (MN/m^3)	54
Modulus Reaksi Tanah Dasar Gabungan, K_{gab} (MN/m^3)	80
Modulus Lentur Plat Beton, MR_{90} (MPa)	4.86
Ketentuan Teknis Beton	
Faktor Keamanan, FK	1.7

(Sumber : Dishub Pemprov Jatim, 2008) dalam Triwibowo. R, 2015.

3.4 Pengolahan Data

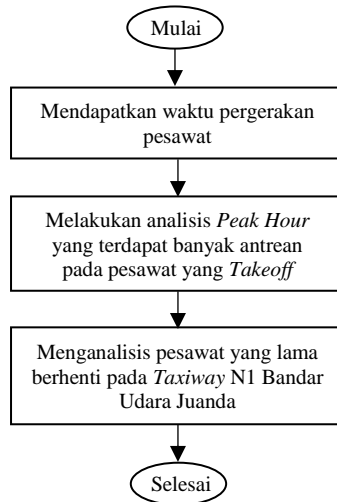
Setelah terkumpulnya data yang dibutuhkan, maka dilakukan tahap pengolahan data. Tahap pengolahan data merupakan tahapan dimana data yang didapatkan, baik primer maupun sekunder dimana data tersebut masih merupakan data mentah, lalu diolah sedemikian rupa agar dapat digunakan pada tahap selanjutnya.

3.5 Analisis Data

Pada tahapan ini, data yang telah diperoleh akan dianalisis menggunakan teori yang sudah ditentukan dalam tinjauan pustaka. Hasil dari analisis data ini nantinya akan menentukan seberapa lama pesawat berhenti terhadap beban statis yang disalurkan oleh pesawat terhadap perkerasan lentur (*flexible pavement*).

3.5.1 Analisis Waktu Lama Berhenti Pesawat

Pada tahap ini dilakukan analisis waktu lama berhenti pesawat berdasarkan data yang diperoleh dari survey lapangan *taxiway* N1 Bandar Udara Internasional Juanda. Tahapan analisis dapat dilihat pada Gambar 3.3 berikut ini.



Gambar 3.3 Flowchart Analisis Waktu Lama Berhenti Pesawat

Dari hasil analisis waktu lama berhenti pesawat, maka dapat dilakukan tahap analisis lama beban yang disalurkan pesawat dari pesawat-pesawat yang berhenti pada perkerasan *taxiway* N1 Terminal 1 bandar udara Juanda.

3.5.2 Menggunakan Program Bantu COMFAA

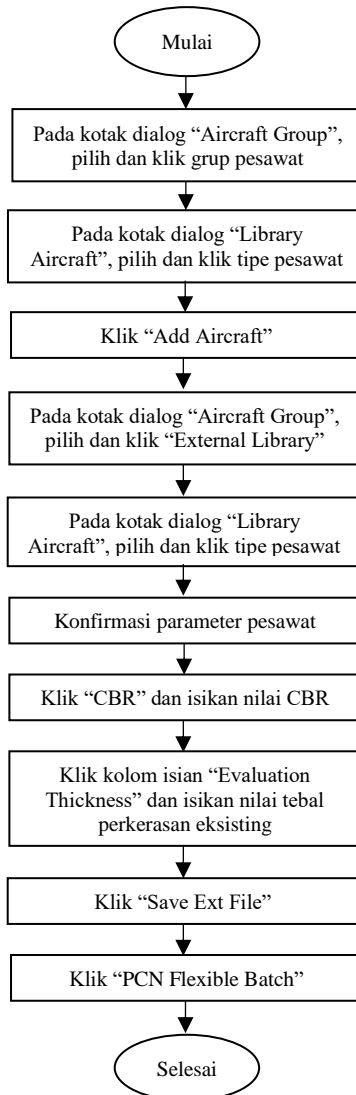
COMFAA adalah program komputer yang dikembangkan oleh FAA (*Federal Aviation Administration*) untuk menghitung perkerasan bandar udara baik itu perkerasan lentur (*flexible pavement*) atau perkerasan kaku (*rigid pavement*) berdasarkan jenis tipe pesawat yang beroperasi.

Adapun tahap memperoleh nilai PCN dengan program bantu COMFAA yang akan ditunjukkan, adalah sebagai berikut :

1. Jalankan program bantu COMFAA,
2. Pada kotak dialog “Aircraft Group” pilih dan klik grup pesawat yang diinginkan,
3. Pada kotak dialog “Library Aircraft” klik tipe pesawat,

4. Klik “Add Aircraft” pada kotak dialog “Library Functions” untuk menambahkan pesawat,
5. Pada kotak dialog “Aircraft Group”, pilih dan klik “External Library”. Pesawat yang dipilih akan muncul pada kotak dialog “Library Aircraft”,
6. Pilih dan klik tipe pesawat,
7. Konfirmasi parameter pesawat seperti : *gross weight, tire pressure, annual departures*, dll. Pilih dan klik bila ada yang ingin diubah,
8. Klik pada “CBR” untuk mengisikan nilai CBR,
9. Klik pada “Evaluation Thickness” untuk mengisikan tebal perkerasan eksisting,
10. Pada kotak dialog “Library Functions” pilih dan klik “Save Ext File” untuk menyimpan data-data pesawat yang telah diinput,
11. Pilih dan klik tombol “PCN Flexible Batch” untuk memperoleh nilai PCN dan data lainnya.

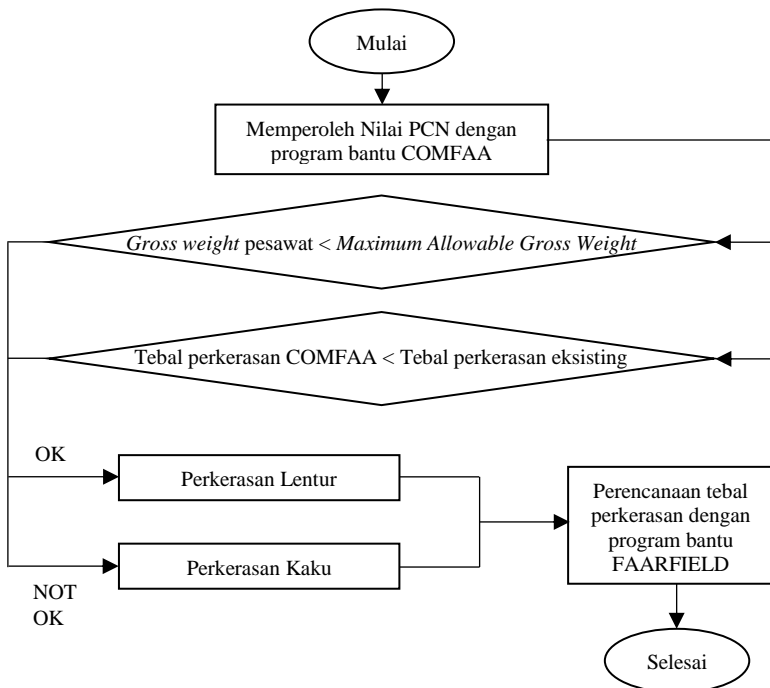
Tahap memperoleh nilai PCN dengan program bantu COMFAA dapat dilihat pada Gambar 3.4 berikut ini.



Gambar 3.4 Flowchart Memperoleh Nilai PCN Dengan Program Bantu COMFAA

3.5.3 Evaluasi Daya Dukung Perkerasan Taxiway N1

Pada tahap ini dilakukan evaluasi daya dukung perkerasan dari hasil analisis lama berhenti pesawat dengan program bantu COMFAA. Program bantu COMFAA akan memperoleh nilai PCN, *Thickness for Total Equivalent Coverages*, berat kotor yang diizinkan (*Maximum Allowable Gross Weight*), *ACN Thick at Maximum Allowable Gross Weight*, dan CDF (*Commulative Damage Factor*). Dari hasil yang diperoleh tersebut, akan dibandingkan hasil tebal perkerasan dari program bantu COMFAA dengan tebal perkerasan eksisting dan berat kotor yang diizinkan dengan berat kotor (*gross weight*) pesawat yang berhenti pada *taxiway* N1 Terminal 1 bandar udara Juanda.



Gambar 3.5 Flowchart Evaluasi Daya Dukung Perkerasan

3.5.4 Menentukan Tebal Perkerasan *Taxiway N1*

Menentukan tebal perkerasan yang dibutuhkan menggunakan program bantu FAARFIELD yang dibuat oleh FAA (*Federal Aviation Administration*) berdasarkan pada data tanah dan data tipe pesawat yang berhenti pada *taxiway N1* Terminal 1 Bandar Udara Internasional Juanda. Tahap menentukan tebal perkerasan menggunakan program bantu FAARFIELD adalah sebagai berikut :

1. Jalankan program bantu FAARFIELD,
2. Klik “new job”, lalu isikan nama “TaxiwayN1”, klik ok,
3. Pada kolom “Job Files” pilih dan klik “Samples”, lalu klik tombol “Copy Sections”,
4. Pada kolom “Section Name” pilih dan klik “New Rigid”, kemudian pilih dan klik “TaxiwayN1” pada kolom “Job Files”, klik ok (tahap memilih jenis perkerasan, selesai),
5. Pilih dan klik “TaxiwayN1” dan “New Rigid”,
6. Klik tombol “Structure”,
7. Pilih dan klik “Airplane” untuk menginput data pesawat, akan muncul tampilan input pesawat.
8. Pilih dan klik grup pesawat pada kolom “Airplane Group” dan tipe pesawat pada “Library Airplane”, lalu klik Add,
9. Isikan data “Annual Departures” dan “% Annual Growth” pada kolom tampilan pesawat yang telah dipilih, klik Back,
10. Klik “Modify Structure” untuk mengubah rencana struktur perkerasan yang telah tersedia sebelumnya, klik “End Modify”,
11. Klik “Design Structure” untuk menjalankan program.

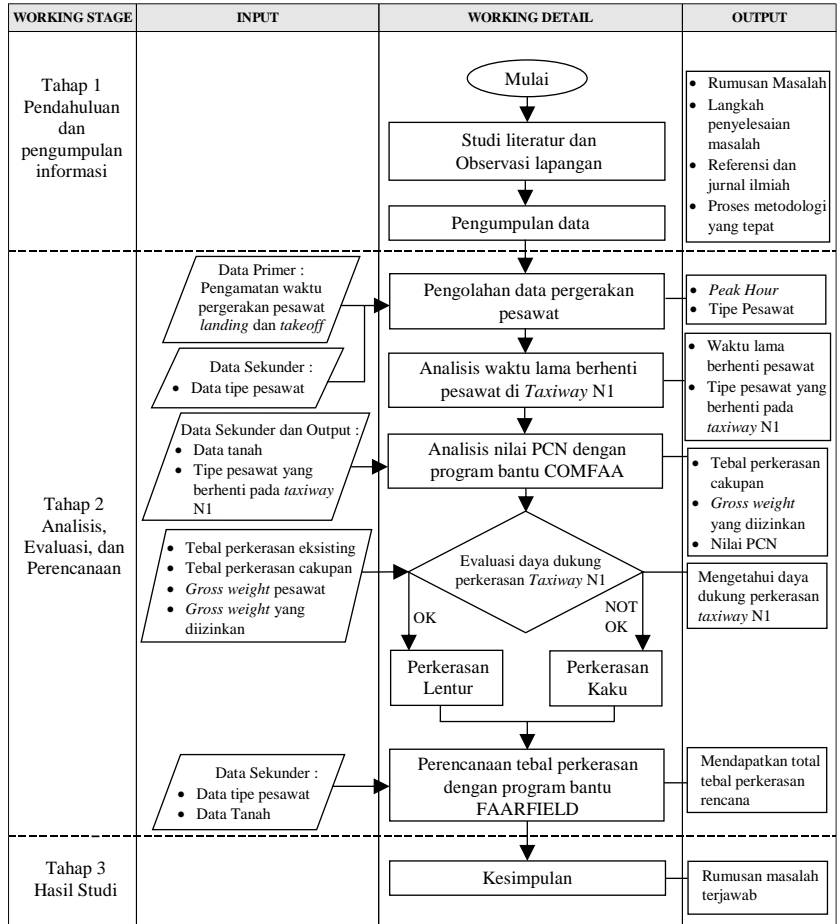
3.6 Hasil Analisis

Setelah menganalisis data-data yang ada, maka akan diperoleh hasil dari perencanaan yaitu sebagai berikut :

1. Waktu lama berhenti pesawat pada *taxiway N1*,
2. Hasil evaluasi daya dukung perkerasan *taxiway N1*,
3. Total tebal rencana perkerasan.

3.7 Diagram Alir Metodologi

Diagram alir metodologi dapat dilihat pada Gambar 3.6 berikut ini.



Gambar 3.6 Diagram Alir Metodologi

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Lama Berhenti Pesawat

Data hasil pengamatan di lapangan merupakan proses menganalisis lama berhenti pesawat yang berada pada garis batas tunggu pesawat di *taxiway* N1 Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya. Untuk mendapatkan waktu lama berhenti pesawat, dilakukan survey lapangan ke terminal 1 bandar udara internasional Juanda dengan proses pelaksanaan yang memerlukan izin dari PT. Angkasa Pura 1 Surabaya sebagai pengelola Bandar Udara Internasional Juanda. (Proses pengambilan data waktu pergerakan pesawat pada *taxiway* N1 sudah dijelaskan pada Sub Bab 3.3).

Setelah proses pengambilan data pencatatan waktu pengamatan pergerakan pesawat yang akan *takeoff* pada *taxiway* N1 dan pesawat yang akan *landing* pada *runway* 10, maka dapat diketahui nama maskapai dan tipe pesawat yang beroperasi, jadwal waktu kedatangan pesawat (*time of arrival*), jadwal waktu keberangkatan pesawat (*time of departure*), jadwal pesawat tiba di garis batas tunggu (*waiting line*) *taxiway* N1, dan lama waktu tunggu pesawat. Hasil pengamatan waktu pergerakan pesawat dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1 Hasil Pengamatan Waktu Pergerakan Pesawat

Landing/ Takeoff	Nama Pesawat	Tipe Pesawat	Waktu Kedatangan	Waktu Keberangkatan	Tiba di Waiting Line	Waktu Tunggu	Status
Takeoff	Citilink	A320-200		11.00	11.00	12 sec	
Landing	Sriwijaya Air	B737-500	11.06				
Landing	Citilink	A320-200	11.10				
Takeoff	Lion Air	B737-900ER		11.14	11.14	15 sec	
Landing	Lion Air	B737-800	11.20				
Takeoff	Batik Air	A320-200		11.21	11.19	143 sec	
Landing	Batik Air	A320-200	11.29				
Landing	Citilink	A320-200	11.36				
Landing	Garuda Indonesia	B737-800	11.38				
Takeoff	Lion Air	B737-900ER		11.40	11.35	305 sec	
Landing	Lion Air	B737-900ER	11.42				
Landing	Lion Air	B737-900ER	11.50				
Takeoff	Batik Air	A320-200		11.52	11.52	13 sec	
Landing	Air Asia	A320-200	11.55				
Takeoff	Sriwijaya Air	B737-800		11.56	11.54	170 sec	
Landing	Garuda Indonesia	B737-800	12.00				
Landing	Sriwijaya Air	B737-800	12.02				
Takeoff	Batik Air	A320-200		12.07	12.05	120 sec	
Landing	Lion Air	B737-900ER	12.10				
Takeoff	Batik Air	A320-200		12.11	12.09	135 sec	

Tabel 4.1 Hasil Pengamatan Waktu Pergerakan Pesawat (Lanjutan)

Landing/ Takeoff	Nama Pesawat	Tipe Pesawat	Waktu Kedatangan	Waktu Keberangkatan	Tiba di Waiting Line	Waktu Tunggu	Status
Landing	Lion Air	B737-900ER	12.13				
Landing	Batik Air	A320-200	12.15				
Takeoff	Citilink	A320-200		12.17	12.12	305 sec	Antri
Landing	Citilink	A320-200	12.20				
Takeoff	Lion Air	B737-800		12.23	12.18	286 sec	Antri
Landing	Citilink	A320-200	12.24				
Landing	Citilink	A320-200	12.26				
Landing	Wing Air	ATR 72-600	12.29				
Takeoff	Sriwijaya Air	B737-500		12.30	12.24	356 sec	Antri
Landing	Jetstar	A320-200	12.34				
Landing	Lion Air	B737-900ER	12.36				
Takeoff	Citilink	A320-200		12.38	12.31	429 sec	Antri
Landing	Citilink	A320-200	12.40				
Takeoff	Citilink	A320-200		12.41	12.39	132 sec	Antri
Landing	Batik Air	A320-200	12.45				
Takeoff	Lion Air	B737-900ER		12.46	12.42	234 sec	Antri
Landing	Nam Air	B737-500	12.47				
Landing	Citilink	A320-200	12.49				
Takeoff	Lion Air	B737-800		12.51	12.47	200 sec	Antri
Landing	Wing Air	ATR 72-600	12.53				

Tabel 4.1 Hasil Pengamatan Waktu Pergerakan Pesawat (Lanjutan)

Landing / Takeoff	Nama Pesawat	Tipe Pesawat	Waktu Kedatangan	Waktu Keberangkatan	Tiba di Waiting Line	Waktu Tunggu	Status
Landing	Lion Air	B737-900ER	12.55				
Takeoff	Lion Air	B737-900ER		12.56	12.54	114 sec	Antre
Takeoff	Lion Air	B737-900ER		12.57	12.57	15 sec	
Takeoff	Citilink	A320-200		12.59	12.59	13 sec	
Takeoff	Sriwijaya Air	B737-800		13.00	13.00	15 sec	
Landing	Citilink	A320-200	13.04				
Takeoff	Lion Air	B737-900ER		13.05	13.04	96 sec	
Takeoff	Citilink	A320-200		13.06	13.06	43 sec	Antre
Landing	Lion Air	B737-800	13.07				
Takeoff	Citilink	A320-200		13.08	13.07	83 sec	Antre
Landing	Citilink	A320-200	13.22				
Landing	Sriwijaya Air	B737-500	13.25				
Takeoff	Lion Air	B737-900ER		13.26	13.19	425 sec	
Landing	Citilink	A320-200	13.30				
Takeoff	Lion Air	B737-900ER		13.31	13.29	110 sec	
Landing	Lion Air	B737-900ER	13.33				
Takeoff	Citilink	A320-200		13.34	13.32	167 sec	Antre
Landing	Garuda Indonesia	B737-800	13.36				
Takeoff	Lion Air	B737-900ER		13.37	13.35	116 sec	Antre
Landing	Lion Air	B737-800	13.41				

Tabel 4.1 Hasil Pengamatan Waktu Pergerakan Pesawat (Lanjutan)

Landing / Takeoff	Nama Pesawat	Type Pesawat	Waktu Kedatangan	Waktu Keberangkatan	Tiba di Waiting Line	Waktu Tunggu	Status
Landing	Wing Air	ATR 72-600	13.45				
Landing	Saudi Airlines	B747-400	13.49				
Takeoff	Batik Air	A320-200		13.50	13.39	672 sec	
Landing	Lion Air	B737-900ER	13.54				
Landing	Lion Air	B737-800	13.58				
Landing	Garuda Indonesia	B737-800	14.01				
Takeoff	Nam Air	B737-500		14.02	13.57	304 sec	
Landing	Lion Air	B737-900ER	14.04				
Takeoff	Lion Air	B737-800		14.05	14.03	125 sec	
Landing	Lion Air	B737-800	14.39				
Landing	Citilink	A320-200	14.48				
Landing	Lion Air	B737-900ER	14.51				
Landing	Sriwijaya Air	B737-300	14.54				
Takeoff	Lion Air	B737-800		14.56	14.52	241 sec	
Landing	Lion Air	B737-900ER	15.02				
Takeoff	Lion Air	B737-900ER		15.05	15.05	14 sec	
Landing	Batik Air	A320-200	15.08				
Takeoff	Wing Air	ATR 72-600		15.09	15.08	70 sec	
Takeoff	Batik Air	A320-200		15.12	15.12	11 sec	
Takeoff	Lion Air	B737-900ER		15.15	15.15	13 sec	

Tabel 4.1 Hasil Pengamatan Waktu Pergerakan Pesawat (Lanjutan)

Landing / Takeoff	Nama Pesawat	Tipe Pesawat	Waktu Kedatangan	Waktu Keberangkatan	Tiba di Waiting Line	Waktu Tunggu	Status
Landing	Garuda Indonesia	B737-800	15.19				
Takeoff	Lion Air	B737-900ER		15.19	15.17	138 sec	
Landing	Batik Air	A320-200	15.24				
Takeoff	Lion Air	B737-800		15.25	15.23	121 sec	
Landing	Citilink	A320-200	15.28				
Takeoff	Citilink	A320-200		15.28	15.26	125 sec	Antre
Takeoff	Sriwijaya Air	B737-500		15.31	15.31	15 sec	
Landing	Batik Air	A320-200	15.35				
Takeoff	Lion Air	B737-800		15.36	15.33	185 sec	
Landing	Citilink	A320-200	15.38				
Landing	Wing Air	ATR 72-600	15.39				
Takeoff	Citilink	A320-200		15.42	15.38	267 sec	
Landing	Lion Air	B737-900ER	15.45				
Takeoff	Sriwijaya Air	B737-300		15.46	15.43	160 sec	Antre
Landing	Lion Air	B737-900ER	15.48				
Takeoff	Lion Air	B737-900ER		15.49	15.47	90 sec	
Takeoff	Batik Air	A320-200		15.51	15.51	12 sec	
Landing	Sriwijaya Air	B737-800	15.53				
Takeoff	Saudi Airlines	B747-400		15.57	15.57	15 sec	

Setelah memperoleh hasil survey pengamatan waktu pergerakan pesawat, akan dilakukan analisis *peak hour* pada pesawat yang banyak mengalami antrean pada *taxiway* N1 bandar udara Juanda. Antrean tersebut dapat terjadi karena lalu lintas pergerakan pesawat di Bandar Udara Internasional Juanda sudah melebihi kapasitas untuk menampung pergerakan pesawat pada jam sibuk (*peak hour*).

Dari hasil kegiatan survey yang dilakukan, diperoleh waktu *peak hour* yaitu pada pukul 12.00 WIB sampai dengan pukul 13.00 WIB karena selama selang waktu tersebut banyak pesawat yang mengalami antrean dan memiliki banyak pergerakan pesawat dibandingkan dengan selang waktu lainnya yaitu 29 pergerakan pesawat selama satu jam. Hasil analisis *peak hour* yang banyak mengalami antrean akan ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Analisis *Peak Hour*

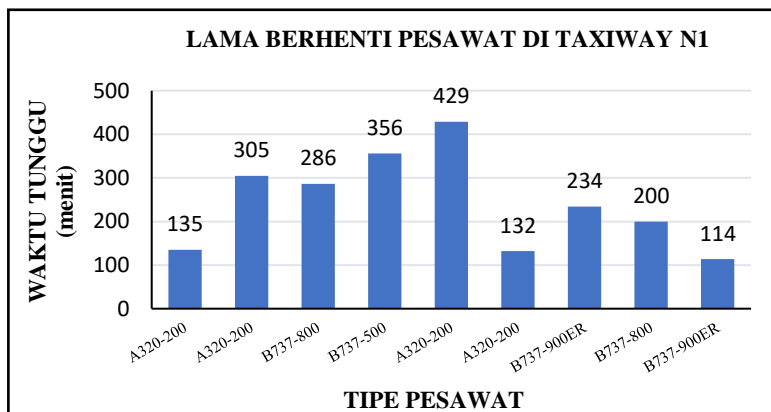
Landing / Takeoff	Nama Pesawat	Tipe Pesawat	Waktu Kedatangan	Waktu Keberangkatan	Tiba di Waiting Line	Waktu Tunggu	Status
Landing	Garuda Indonesia	B737-800	12.00				
Landing	Sriwijaya Air	B737-800	12.02				
Takeoff	Batik Air	A320-200		12.07	12.05	120 sec	
Landing	Lion Air	B737-900ER	12.10				
Takeoff	Batik Air	A320-200		12.11	12.09	135 sec	
Landing	Lion Air	B737-900ER	12.13				
Landing	Batik Air	A320-200	12.15				
Takeoff	Citilink	A320-200		12.17	12.12	305 sec	Antre
Landing	Citilink	A320-200	12.20				
Takeoff	Lion Air	B737-800		12.23	12.18	286 sec	Antre
Landing	Citilink	A320-200	12.24				
Landing	Citilink	A320-200	12.26				
Landing	Wing Air	ATR 72-600	12.29				
Takeoff	Sriwijaya Air	B737-500		12.30	12.24	356 sec	Antre
Landing	Jetstar	A320-200	12.34				
Landing	Lion Air	B737-900ER	12.36				
Takeoff	Citilink	A320-200		12.38	12.31	429 sec	Antre
Landing	Citilink	A320-200	12.40				
Takeoff	Citilink	A320-200		12.41	12.39	132 sec	Antre
Landing	Batik Air	A320-200	12.45				
Takeoff	Lion Air	B737-900ER		12.46	12.42	234 sec	Antre
Landing	Nam Air	B737-500	12.47				
Landing	Citilink	A320-200	12.49				
Takeoff	Lion Air	B737-800		12.51	12.47	200 sec	Antre
Landing	Wing Air	ATR 72-600	12.53				
Landing	Lion Air	B737-900ER	12.55				
Takeoff	Lion Air	B737-900ER		12.56	12.54	114 sec	Antre
Takeoff	Lion Air	B737-900ER		12.57	12.57	15 sec	
Takeoff	Citilink	A320-200		12.59	12.59	13 sec	

Pada Tabel 4.2 terdapat 8 kolom yang menunjukkan *landing* atau *takeoff*-nya pesawat, maskapai pesawat, tipe pesawat yang beroperasi, waktu kedatangan pesawat (*time of arrival*), waktu keberangkatan pesawat (*time of departure*) pada terminal 1 bandar udara Juanda. Kolom 6 menunjukkan waktu saat pesawat tiba di garis batas tunggu *taxiway* N1, kolom 7 menunjukkan lama waktu tunggu pesawat pada saat berada di garis batas tunggu *taxiway* N1 bandar udara Juanda, dan kolom terakhir adalah status yang menunjukkan pesawat dalam kondisi mengantre atau tidak.

Dari data hasil pengamatan pencatatan waktu pergerakan pesawat tersebut, dilakukan analisis lama beban dari masing-masing pesawat yang berhenti di *taxiway* N1 Terminal 1 Bandar Udara Internasional Juanda. Pada kolom waktu tunggu diperoleh lama waktu pesawat yang berhenti pada *taxiway* N1, sedangkan besaran beban statis yang disalurkan oleh *main gear* masing-masing pesawat ke perkerasan *taxiway* N1 diperoleh dari buku manual karakteristik pesawat. Tabel 4.3 akan menunjukkan lama waktu dan beban statis pesawat yang berhenti pada *taxiway* N1, serta pada Gambar 4.1 akan menunjukkan grafik lama pesawat yang berhenti pada *taxiway* N1.

Tabel 4.3 Lama Waktu dan Beban Statis Pesawat

Nama Pesawat	Tipe Pesawat	Waktu Tunggu	Beban Statis <i>Main Gear</i> (kg)
Batik Air	A320-200	135 sec	36400
Citilink	A320-200	305 sec	36400
Lion Air	B737-800	286 sec	37259
Sriwijaya Air	B737-500	356 sec	28032
Citilink	A320-200	429 sec	36400
Citilink	A320-200	132 sec	36400
Lion Air	B737-900ER	234 sec	40367
Lion Air	B737-800	200 sec	37259
Lion Air	B737-900ER	114 sec	40367



Gambar 4.1 Grafik Lama Berhenti Pesawat

Hasil grafik lama berhenti pada Gambar 4.1 menunjukkan bahwa pesawat yang memiliki waktu paling lama berhenti pada perkerasan *taxiway* N1 adalah pesawat Citilink tipe A320-200 yaitu selama 429 detik dengan menyalurkan beban statis yang disalurkan oleh *main gear* pesawat sebesar 36,400 kg (36.4 ton) terhadap perkerasan *taxiway* N1. Kondisi lamanya berhenti pesawat Citilink tipe A320-200 tersebut disebabkan karena pesawat Citilink tipe A320-200 harus menunggu dua pesawat yang akan *landing*, yaitu pesawat Jetstar tipe A320-200 dan pesawat Lion Air tipe B737-900ER. Tabel 4.4 akan menunjukkan kondisi mengantre pesawat Citilink tipe A320-200.

Tabel 4.4 Kondisi Pesawat Mengantre

Landing / Takeoff	Nama Pesawat	Tipe Pesawat	Waktu Kedatangan	Waktu Keberangkatan	Tiba di Waiting Line	Waktu Tunggu	Status
Takeoff	Sriwijaya Air	B737-500		12.30	12.24	356 sec	Antre
Landing	Jetstar	A320-200	12.34				
Landing	Lion Air	B737-900ER	12.36				
Takeoff	Citilink	A320-200		12.38	12.31	429 sec	Antre

Jarak waktu antara pesawat Sriwijaya Air tipe B737-500 yang sudah melakukan *takeoff* pada pukul 12.30 dan pesawat Jetstar tipe A320-200 yang akan melakukan *landing* pada pukul 12.34 memiliki jarak waktu ± 4 menit (240 detik). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pesawat Citilink tipe A320-200 yang telah tiba di garis batas tunggu *taxiway* N1 pada pukul 12.31 dapat melakukan *takeoff* antara pukul 12.31 sampai pukul 12.33 dengan asumsi tanpa kendala atau masalah yang terjadi pada pesawat. Karena waktu yang disarankan untuk pesawat meninggalkan *runway* adalah kurang dari 120 detik sampai kondisi *clear runway* (*runway* dapat digunakan untuk *landing* atau *takeoff*) (Horonjeff & MC Kelvey, 2010).

4.2 Evaluasi Perkerasan *Taxiway* N1 Menggunakan Program Bantu COMFAA

Sesuai dengan *FAA Advisory Circular AC 150/5335-5a*, nilai numerik PCN ditentukan dari peringkat muatan yang diizinkan. Nilai PCN setiap pesawat yang berhenti pada *taxiway* N1 digunakan untuk menentukan spesifikasi perkerasan yang akan direncanakan agar pesawat dapat beroperasi selama masa rencana perkerasan yaitu 20 tahun. Pada Tabel 4.3 yang menunjukkan pesawat-pesawat yang berhenti pada perkerasan *taxiway* N1 Bandar Udara Internasional Juanda akan digunakan untuk mengevaluasi perkerasan *taxiway* N1. Tipe pesawat yang berhenti pada *taxiway* N1 adalah sebagai berikut :

1. Airbus 320-200
2. Boeing 737-500
3. Boeing 737-800
4. Boeing 737-900ER

Dalam studi mengevaluasi kekuatan perkerasan *taxiway* N1 terminal 1 Bandar Udara Internasional Juanda ini, yang akan dilakukan adalah membandingkan berat kotor (*gross weight*) yang dimiliki pesawat dengan maksimum berat kotor yang diizinkan (*maximum allowable gross weight*), dan tebal perkerasan eksisting

dengan total tebal cakupan rata-rata (*thickness for total equivalent coverages*) menggunakan program bantu COMFAA.

Evaluasi perkerasan pada program bantu COMFAA membutuhkan data jumlah pergerakan pesawat, nilai CBR eksisting, dan tebal perkerasan yang telah ada untuk menentukan nilai PCN yang dibutuhkan, maksimum berat kotor yang diizinkan (*maximum allowable gross weight*), dan *thickness for total equivalent coverages*. Sehingga hasil yang diperoleh dapat menjadi acuan untuk mengukur kekuatan perkerasan pada *taxiway N1* yang sering digunakan pesawat untuk menunggu lepas landas (*takeoff*).

Pada *taxiway N1* Bandar Udara Internasional Juanda memiliki nilai CBR sebesar 3.09 %, dan tebal perkerasan eksisting sebesar 1 meter (1000 mm) (PT. Angkasa Pura 1 Surabaya, 2017). Jumlah pergerakan keberangkatan pesawat tahun 2017 untuk masing-masing tipe pesawat tersebut ditunjukkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Jumlah Pergerakan Keberangkatan Pesawat
(Sumber : PT. Angkasa Pura 1 Surabaya, 2017)

No	Tipe Pesawat	Pergerakan Keberangkatan (th.2017)
1	A320-200	12511
2	B737-500	1305
3	B737-800	10985
4	B737-900ER	6639

Data-data yang diperoleh dari PT. Angkasa Pura 1 Surabaya tersebut digunakan sebagai data input program bantu COMFAA. Program bantu COMFAA akan secara otomatis menghitung dan menganalisis maksimum berat kotor yang diizinkan (*maximum allowable gross weight*), dan *thickness for total equivalent coverages*. Hasil *input traffic data* akan ditunjukkan pada Gambar 4.2 dan hasil output program bantu COMFAA akan ditunjukkan pada Gambar 4.3.

This file name = PCN Results Flexible 6-28-2018 17:08:09.txt
 Library file name = C:\Users\Samsung\AppData\Local\Temp\Rar\$EXa0.034\File COMFAA\COMFAAokee.Ext
 Units = Metric

Evaluation pavement type is flexible and design procedure is CBR.
 Alpha Values are those approved by the ICRO in 2007.

CBR = 3.09 (Subgrade Category is D(3))
 Evaluation pavement thickness = 1,000.0 mm
 Pass to Traffic Cycle (PtoTC) Ratio = 1.00
 Maximum number of wheels per gear = 2
 Maximum number of gears per aircraft = 2

No aircraft have 4 or more wheels per gear. The FAA recommends a reference section assuming 76 mm of HMA and 152 mm of crushed aggregate for equivalent thickness calculations.

Results Table 1. Input Traffic Data

No.	Aircraft Name	Gross Weight	Percent Gross Wt	Tire Press	Annual Deps	20-yr Coverages	6D Thick
1	A320-200 Twin std	73,900	93.80	1,380	12,511	67,250	1,293.6
2	B737-500	60,781	92.24	1,338	1,305	6,766	1,031.8
3	B737-800	79,243	93.56	1,413	10,985	61,758	1,348.4
4	B737-900 ER	85,366	94.58	1,517	6,639	37,596	1,381.0

Gambar 4.2 Hasil Input Program Bantu COMFAA

Results Table 2. PCN Values

No. Aircraft Name	Critical Aircraft Total Equiv. Covs.	Thickness for Total Equiv. Covs.	Maximum Allowable Gross Weight	ACN Thick at		PCN on D(3)
				Max. Allowable Gross Weight	CDF	
1 A320-200 Twin std	279,129	1,373.3	42,621	852.89	48.4568	26.0
2 B737-500	875,503	1,293.0	38,341	824.46	1.5543	24.3
3 B737-800	162,667	1,406.0	43,367	875.72	76.3584	27.4
4 B737-900 ER	101,150	1,445.7	44,372	895.03	74.7557	28.6
				Total CDF = 201.1252		

Results Table 3. Flexible ACN at Indicated Gross Weight and Strength

No. Aircraft Name	Gross Weight	% CW on Main Gear	ACN on Tire Pressure	ACN	
				Thick	D(3)
1 A320-200 Twin std	73,900	93.80	1,380	1,186.3	50.2
2 B737-500	60,781	92.24	1,338	1,076.9	41.4
3 B737-800	79,243	93.56	1,413	1,243.6	55.2
4 B737-900 ER	85,366	94.58	1,517	1,305.1	60.8

Gambar 4.3 Hasil Output Program Bantu COMFAA

Pada Gambar 4.2 hasil *input traffic data* menunjukkan nilai ketebalan 6D, yang dihitung secara individual untuk setiap model pesawat sesuai dengan metode FAA AC 150/5320-6D. Angka-angka ini tidak ada hubungannya dengan perhitungan PCN dan hanya ditampilkan untuk perbandingan dengan ketebalan evaluasi. Namun, diharapkan bahwa masing-masing nilai ini akan kurang dari ketebalan evaluasi untuk trotoar yang dirancang dengan baik.

Hasil output program bantu COMFAA pada Gambar 4.3 menunjukkan bahwa pada kolom “*Thickness for Total Equivalent Coverages*” (total tebal perkerasan cakupan rata-rata) setiap pesawat memiliki tebal perkerasan lebih besar dari perkerasan eksisting yaitu sebesar 1,000 mm. Yang pertama yaitu pesawat Airbus 320-200 dengan tebal perkerasan yang dibutuhkan sebesar 1,373.3 mm, yang kedua yaitu pesawat Boeing 737-500 dengan tebal perkerasan yang dibutuhkan sebesar 1,293 mm, yang ketiga yaitu pesawat Boeing 737-800 dengan tebal perkerasan yang dibutuhkan sebesar 1,406 mm, dan yang keempat pesawat Boeing 737-900ER dengan tebal perkerasan yang dibutuhkan sebesar 1,445.7 mm. Dan nilai ketebalan 6D pada hasil *input traffic data* sebelumnya lebih kecil dari total tebal perkerasan yang dibutuhkan.

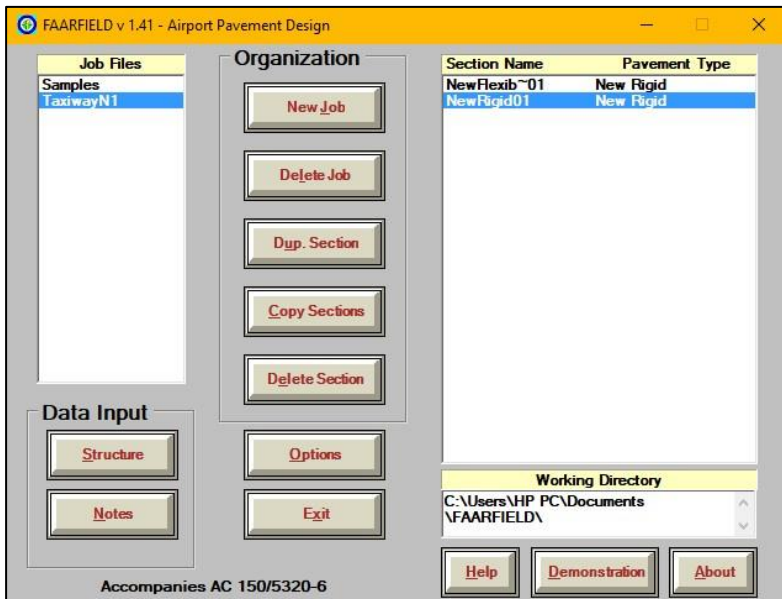
Pada kolom “*Maximum Allowable Gross Weight*” (maksimum berat kotor yang diizinkan) lebih kecil dari berat kotor (*gross weight*) setiap pesawat. Pesawat Airbus 320-200 yang memiliki *gross weight* sebesar 73.900 ton lebih besar dari maksimum *gross weight* yang diizinkan yaitu 42.621 ton, pesawat Boeing 737-500 yang memiliki *gross weight* sebesar 60.781 ton lebih besar dari maksimum *gross weight* yang diizinkan yaitu 38.341 ton, pesawat Boeing 737-800 yang memiliki *gross weight* sebesar 79.243 ton lebih besar dari maksimum *gross weight* yang diizinkan yaitu 43.367 ton, dan pesawat Boeing 737-900ER yang memiliki *gross weight* sebesar 85.366 ton lebih besar dari maksimum *gross weight* yang diizinkan yaitu 44.372 ton.

Nilai pada kolom “*ACN Thick*” juga menunjukkan bahwa ketebalan ACN pada masing-masing pesawat memiliki nilai lebih besar dari nilai “*ACN Thick at Maximum Allowable Gross Weight*”. Pada pesawat Airbus 320-200 memiliki ACN *thick* sebesar 1,186.3 mm lebih besar dari nilai ACN *thick at maximum allowable gross weight* yaitu sebesar 852.89 mm, pesawat Boeing 737-500 memiliki ACN *thick* sebesar 1,076.9 mm lebih besar dari nilai ACN *thick at maximum allowable gross weight* yaitu sebesar 824.46 mm, pesawat Boeing 737-800 memiliki ACN *thick* sebesar 1,243.6 mm lebih besar dari nilai ACN *thick at maximum allowable gross weight* yaitu sebesar 875.72 mm, dan pesawat Boeing 737-900ER memiliki ACN *thick* sebesar 1,305.1 mm lebih besar dari nilai ACN *thick at maximum allowable gross weight* yaitu sebesar 895.03 mm.

Dari hasil evaluasi yang diperoleh, perkerasan lentur pada *taxiway* N1 Terminal 1 bandar udara Juanda tidak memenuhi untuk melayani pesawat dari jenis pesawat yang berhenti berdasarkan data tebal perkerasan eksisting, data CBR dan data pergerakan pesawat tahun 2017. Sehingga dalam tugas akhir ini untuk mengatasi kondisi tersebut direncanakan menggunakan perkerasan kaku (*rigid pavement*) sebagai studi memilih perkerasan yang lebih baik dari data pesawat yang berhenti pada *taxiway* N1 Terminal 1 bandar udara Juanda dengan program bantu FAARFIELD.

4.3 Perencanaan Perkerasan Menggunakan Program Bantu FAARFIELD

Perencanaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) dilakukan menggunakan program bantu FAARFIELD (*Federal Aviation Administration Rigid and Flexible Iterative Elastic Layered Design*) dengan perencanaan dari masing-masing pesawat yang berhenti pada *taxiway* N1 Bandar Udara Internasional Juanda. Program bantu FAARFIELD akan secara otomatis menghitung untuk mendapatkan tebal rencana konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) pada perencanaan perkerasan *taxiway* N1. Gambar 4.4 menunjukkan tampilan muka untuk input perencanaan tebal perkerasan kaku (*rigid pavement*).



Gambar 4.4 Input Rencana Perkerasan Kaku

Pada Gambar 4.4 menunjukkan input data berdasarkan perencanaan perkerasan yang akan digunakan pada *taxiway* N1 bandar udara Juanda yaitu dengan menggunakan perkerasan kaku (*rigid pavement*). Tahapan selanjutnya adalah menentukan pesawat rencana, pada perencanaan ini yang akan digunakan adalah pesawat dari hasil analisis lama waktu berhenti pesawat pada *taxiway* N1 yaitu pesawat Airbus 320-200, Boeing 737-500, Boeing 737-800, dan Boeing 737-900ER. Lalu menentukan % *annual growth* pergerakan pesawat yang diambil berdasarkan pertumbuhan penduduk Jawa Timur menurut data statistik tahun 2017 yaitu 0,56% pertahun (Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur, 2017). Gambar 4.5 akan menunjukkan hasil input pesawat rencana dari data pesawat yang berhenti pada *taxiway* N1.

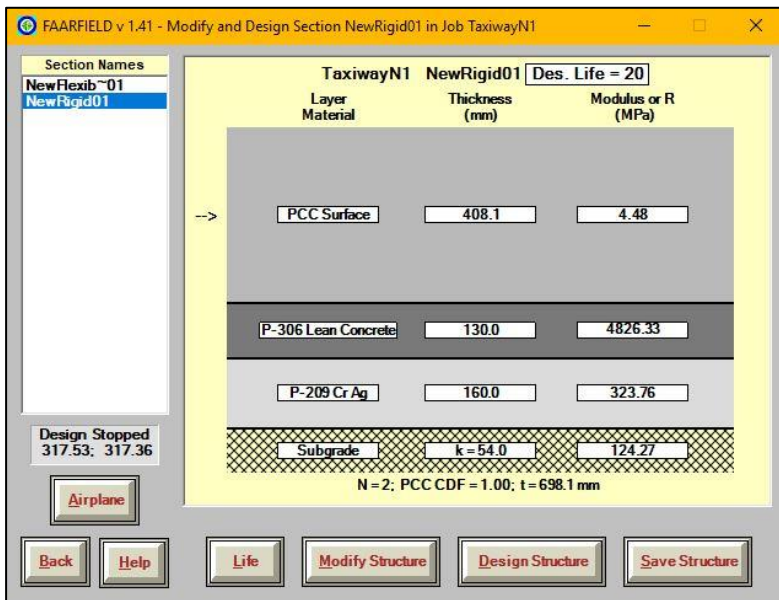
The screenshot displays the FAARFIELD v 1.41 software interface. The title bar reads "FAARFIELD v 1.41 - Create or Modify Airplanes for Section NewRigid01 in Job TaxiwayN1". The interface is divided into several sections:

- Airplane Group:** A list of categories including Generic, Airbus, Boeing (highlighted), McDonnell Douglas, Other Commercial, General Aviation, Military, Non-Airplane Vehicles, and External Library.
- Library Airplanes:** A scrollable list of specific aircraft models such as B727-100C Alternate, Adv. B727-200C Basic, Adv. B727-200 Option, B737-100, Adv. B737-200 QC, Adv. B737-200 LP, B737-300, B737-400, B737-500, B737-600, B737-700, B737-800, B737-900, B737-900 ER (highlighted), B737 BBJ, B737 BBJ2, and B747-100 SF.
- Table:** A table with columns: Airplane Name (4), Gross Taxi Weight (tns), Annual Departures, % Annual Growth, and De. The data rows are:

Airplane Name (4)	Gross Taxi Weight (tns)	Annual Departures	% Annual Growth	De
A320-200 Twin std	73.900	12 511	0.56	26
B737-500	60.781	1 305	0.56	21
B737-800	79.243	10 985	0.56	23
B737-900 ER	85.366	6 639	0.56	14
- Float Airplanes:** A list of selected aircraft models: A320-200 Twin std, B737-500, B737-800, and B737-900 ER.
- Control Buttons:** A set of buttons including "Add", "Remove", "Save List", "Clear List", "Save to Float", "Add Float", "Back", "Help", "CDF Graph", and "View Gear".

Gambar 4.5 Hasil Input Data Pesawat Rencana

Setelah melakukan input data pesawat rencana, selanjutnya menentukan dan mendesain struktur perkerasan kaku (*rigid pavement*) beserta material yang akan digunakan dalam perencanaan tebal perkerasan (FAA 150/5320-6E, 2009). Data yang akan digunakan pada tahap ini adalah data nilai 'k' pada perkerasan eksisting yaitu sebesar 54 MN/m^3 (Dishub Pemprov Jatim, Pembangunan Apron dan Taxiway, 2008). Gambar 4.6 menunjukkan hasil tebal perkerasan yang dibutuhkan.



Gambar 4.6 Hasil Tebal Perkerasan

Hasil tebal perkerasan pada Gambar 4.6 merupakan hasil input perhitungan berdasarkan standar FAA 150/5320-6E menggunakan program bantu FAARFIELD dengan nilai 'k' yaitu sebesar 54 MN/m^3 , diperoleh lapisan *PCC surface* dengan tebal sebesar 408.1 mm, kemudian lapisan *base course* menggunakan material *Lean Concrete* dengan tebal 130 mm, sedangkan untuk

lapisan *subbase* berdasarkan hasil perhitungan didapatkan tebal perkerasan sebesar 160 mm, sehingga total tebal rencana perkerasan yang dibutuhkan *taxiway* N1 yaitu sebesar 698.1 mm. Rekap hasil perhitungan tebal perkerasan menggunakan program bantu FAARFIELD dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Tebal Rencana Perkerasan *Taxiway* N1

Metode FAA 150/5320-6E	
Program Bantu FAAFIELD	
<i>Surface Course</i>	410 mm
<i>Base Course</i>	130 mm
<i>Subbase Course</i>	160 mm
Total Tebal Perkerasan	700 mm

Perencanaan tebal perkerasan *taxiway* N1 Bandar Udara Internasional Juanda dengan menggunakan program bantu FAARFIELD diperoleh tebal perkerasan sebesar 700 mm.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil analisis dan evaluasi yang diketahui adalah kesesuaian antara lama beban yang diterima oleh perkerasan terhadap kemampuan daya dukung perkerasan *taxiway* N1 yang menggunakan tipe perkerasan lentur (*flexible pavement*), dimana pada hasil pengamatan terdapat adanya antrean, dan antrean ini akan mempengaruhi perkerasan tersebut. Terdapat tiga permasalahan yang harus diselesaikan dalam tugas akhir ini yaitu berapa lama berhenti pesawat pada *taxiway* N1, melakukan evaluasi terhadap perkerasan *taxiway* N1, dan merencanakan tebal perkerasan yang dibutuhkan *taxiway* N1. Berikut adalah kesimpulan dari hasil yang diperoleh :

1. Pesawat yang memiliki waktu paling lama menyalurkan beban pada *taxiway* N1 adalah pesawat Citilink tipe Airbus 320-200 yaitu selama 429 detik dengan menyalurkan beban statis yang disalurkan oleh *main gear* pesawat sebesar 36,400 kg (36.4 ton) terhadap perkerasan *taxiway* N1. Dari hasil analisis waktu pergerakan pesawat juga diperoleh empat tipe pesawat yang berhenti pada *taxiway* N1 yaitu : Airbus 320-200, Boeing 737-500, Boeing 737-800, dan Boeing 737-900ER.
2. Hasil evaluasi daya dukung perkerasan pada *taxiway* N1 menunjukkan berat kotor (*gross weight*) yang dimiliki pesawat lebih besar dari maksimum berat kotor yang diizinkan (*maximum allowable gross weight*) dengan perbedaan nilai sebesar 36.9% sampai 48%, dan tebal perkerasan eksisting lebih kecil dari total tebal perkerasan cakupan rata-rata (*thickness for total equivalent coverages*) menggunakan program bantu COMFAA dengan perbedaan nilai sebesar 29.3% sampai 44.6%. Karena hasil evaluasi menunjukkan bahwa perkerasan

taxiway N1 tidak memenuhi untuk melayani pesawat yang beroperasi, maka dalam tugas akhir ini untuk mengatasi kondisi tersebut direncanakan menggunakan perkerasan kaku (*rigid pavement*) yang dapat digunakan sebagai studi memilih perkerasan yang lebih baik.

3. Berdasarkan hasil perhitungan tebal perkerasan kaku (*rigid pavement*) dengan menggunakan program bantu FAARFIELD diperoleh total tebal rencana perkerasan sebesar 700 mm yang terdiri dari lapisan PCC *surface* dengan 410 mm, *base course* menggunakan material *Lean Concrete* dengan tebal 130 mm, sedangkan untuk lapisan *subbase* berdasarkan hasil perhitungan didapatkan tebal perkerasan sebesar 160 mm.

5.2 Saran

Dalam jasa kebandarudaraan, tingkat pelayanan (*level of service*) suatu bandar udara harus menjamin keselamatan, keamanan, kelancaran dan kenyamanan penerbangan. Perubahan karakteristik beban pada fasilitas sisi udara suatu bandar udara perlu segera ditindaklanjuti.

Hasil evaluasi ini masih perlu dikaji ulang mengingat keterbatasan data yang ada. Adapun pengembangan Tugas Akhir ini dapat dilakukan pada sisi kelengkapan data lapangan, yaitu data tanah dan data antrean pesawat.

DAFTAR PUSTAKA

- Airbus, 2012. **Aircraft Characteristics Airport And Maintenance Planning**. France.
- Boeing Commercial Airplanes, 2013. **Airplane Characteristics for Airport Planning**. America.
- DeBord. K. 2012. **Calculating PCN Using The FAA Method**. America.
- FAA – US Department of Transportation. 2009. **Airport Pavement Design and Evaluation**, AC No: 150/5320-6E. Washington, D.C..
- FAA – US Department of Transportation. 2014. **Standardized Method of Reporting Airport Pavement Strength - PCN**, AC No: 150/5335-5A. Washington, D.C..
- FAA – US Department of Transportation. 2014. **Standardized Method of Reporting Airport Pavement Strength - PCN**, AC No: 150/5335-5C. Washington, D.C..
- Horonjeff, R. 2010. **Planning and Design of Airport**. New York: McGraw Hill.
- Republik Indonesia. 2002. **Keputusan Menteri Perhubungan No. KM 48 Tahun 2002 tentang Penyelenggaraan Bandar Udara Umum**. Jakarta : Dephub.

Republik Indonesia. 2015. **Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara No. KP 93 Tahun 2015 tentang Pedoman Perhitungan PCN (Pavement Classification Number) Perkerasan Prasarana Bandar Udara.** Jakarta : Dephub.

Triwibowo, R. 2015. **Perbandingan Metode Perencanaan Perkerasan Kaku Pada Apron Dengan Metode FAA, PCA, dan LCN Dari Segi Daya Dukung Bandar Udara Juanda.** Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

LAMPIRAN



A320

AIRCRAFT CHARACTERISTICS AIRPORT AND MAINTENANCE PLANNING

AC

The content of this document is the property of Airbus.
It is supplied in confidence and commercial security on its contents must be maintained.
It must not be used for any purpose other than that for which it is supplied, nor may
information contained in it be disclosed to unauthorized persons.
It must not be reproduced in whole or in part without permission in writing from the owners of
the copyright. Requests for reproduction of any data in this document and the media authorized
for it must be addressed to Airbus.

© AIRBUS S.A.S. 2005. All rights reserved.

*AIRBUS S.A.S.
Customer Services
Technical Data Support and Services
31707 Blagnac Cedex
FRANCE*



AIRCRAFT DESCRIPTION

2-1-0 General Aircraft Characteristics

****ON A/C A320-200**

General Airplane Characteristics

1. General Airplane Characteristics

The weight terms used throughout this manual are given below together with their respective definitions.

Maximum Taxi Weight (MTW):

Maximum weight for ground maneuver as limited by aircraft strength and airworthiness requirements. (It includes weight of run-up and taxi fuel). It is also called Maximum Ramp Weight (MRW).

Maximum Landing Weight (MLW):

Maximum weight for landing as limited by aircraft strength and airworthiness requirements.

Maximum Takeoff Weight (MTOW):

Maximum weight for takeoff as limited by aircraft strength and airworthiness requirements. (This is the maximum weight at start of the takeoff run).

Maximum Zero Fuel Weight (MZFW):

Maximum operational weight of the aircraft without usable fuel.

Standard Seating Capacity:

Number of passengers specifically certified or anticipated for certification.

Usable Volume:

Usable volume available for cargo, pressurized fuselage, passenger compartment and cockpit.

Usable Fuel Capacity:

Fuel available for aircraft propulsion.

Water Volume:

Volume of cargo compartment.



AIRCRAFT CHARACTERISTICS - AIRPORT AND MAINTENANCE PLANNING

2-1-1 General Aircraft Characteristics Data

****ON A/C A320-200**

General Airplane Characteristics Data

1. The following table provides characteristics of A320-200 Models, these data are specific to each Weight Variant:

Aircraft Characteristics						
		WV000	WV001	WV002	WV003	WV004
Maximum Ramp Weight (MRW)	Kilograms	73 900	68 400	70 400	75 900	71 900
	Pounds					
Maximum Taxi Weight (MTW)	Kilograms	162 922	150 796	155 205	167 331	158 512
	Pounds					
Maximum Takeoff Weight (MTOW)	Kilograms	73 500	68 000	70 000	75 500	71 500
	Pounds	162 040	149 914	154 324	166 449	157 630
Maximum Landing Weight (MLW)	Kilograms	64 500	64 500	64 500	64 500	64 500
	Pounds	142 198	142 198	142 198	142 198	142 198
Maximum Zero Fuel Weight (MZFW)	Kilograms	60 500	60 500	60 500	60 500	60 500
	Pounds	133 380	133 380	133 380	133 380	133 380

Aircraft Characteristics						
		WV005	WV006	WV007	WV008	WV009
Maximum Ramp Weight (MRW)	Kilograms	67 400	66 400	77 400	73 900	75 900
	Pounds					
Maximum Taxi Weight (MTW)	Kilograms	148 592	146 387	170 638	162 922	167 331
	Pounds					
Maximum Takeoff Weight (MTOW)	Kilograms	67 000	66 000	77 000	73 500	75 500
	Pounds	147 710	145 505	169 756	162 040	166 449
Maximum Landing Weight (MLW)	Kilograms	64 500	64 500	64 500	64 500	64 500
	Pounds	142 198	142 198	142 198	142 198	142 198
Maximum Zero Fuel Weight (MZFW)	Kilograms	60 500	60 500	60 500	61 000	61 000
	Pounds	133 380	133 380	133 380	134 482	134 482

Aircraft Characteristics						
		WV010	WV011	WV012	WV013	WV014
Maximum Ramp Weight (MRW)	Kilograms	77 400	75 900	77 400	71 900	73 900
	Pounds					
Maximum Taxi Weight (MTW)	Kilograms	170 638	167 331	170 638	158 512	162 922
	Pounds					



AIRCRAFT CHARACTERISTICS - AIRPORT AND MAINTENANCE PLANNING

Aircraft Characteristics						
		WV010	WV011	WV012	WV013	WV014
Maximum Takeoff Weight (MTOW)	Kilograms	77 000	75 500	77 000	71 500	73 500
	Pounds	169 756	166 449	169 756	157 630	162 040
Maximum Landing Weight (MLW)	Kilograms	64 500	66 000	66 000	64 500	64 500
	Pounds	142 198	145 505	145 505	142 198	142 198
Maximum Zero Fuel Weight (MZFW)	Kilograms	61 000	62 500	62 500	61 000	61 500
	Pounds	134 482	137 789	137 789	134 482	135 584

Aircraft Characteristics					
		WV015	WV016	WV017	WV018
Maximum Ramp Weight (MRW)	Kilograms	78 400	73 900	78 400	71 900
	Pounds				
Maximum Taxi Weight (MTW)		172 842	162 922	172 482	158 512
Maximum Takeoff Weight (MTOW)	Kilograms	78 000	73 500	78 000	71 500
	Pounds	171 961	162 040	171 961	157 630
Maximum Landing Weight (MLW)	Kilograms	64 500	66 000	66 000	66 000
	Pounds	142 198	145 505	145 505	145 505
Maximum Zero Fuel Weight (MZFW)	Kilograms	61 000	62 500	62 500	62 500
	Pounds	134 482	137 789	137 789	137 789

2. The following table provides characteristics of A320-200 Models, these data are common to each Weight Variant:

Aircraft Characteristics		
Standard Seating Capacity	Single-class	180
Usable Fuel Capacity	Liters	23 859 - 26 759* - 29 659**
	US gallons	6 303 - 7 069* - 7 835**
	Kilograms (density = 0.785 kg/l)	18 729 - 21 005* - 23 282**
	Pounds	41 290 - 46 308* - 51 328**
Pressurized Fuselage Volume (A/C non equipped)	Cubic meters	330
	Cubic feet	11 654
Passenger Compartment Volume	Cubic meters	139
	Cubic feet	4 909
Cockpit Volume	Cubic meters	9
	Cubic feet	318
Usable Volume, FWD CC	Cubic meters	13.28
	Cubic feet	469



AIRCRAFT CHARACTERISTICS - AIRPORT AND MAINTENANCE PLANNING

Aircraft Characteristics		
Usable Volume, AFT CC	Cubic meters	18.26
	Cubic feet	645
Usable Volume, Bulk CC	Cubic meters	5.88
	Cubic meters	208
Water Volume, FWD CC	Cubic meters	15.56
	Cubic feet	549.5
Water Volume, AFT CC	Cubic meters	20.77
	Cubic feet	733.5
Water Volume, Bulk CC	Cubic meters	7.76
	Cubic feet	274

* OPTION: 1 ACT

** OPTION: 2 ACT



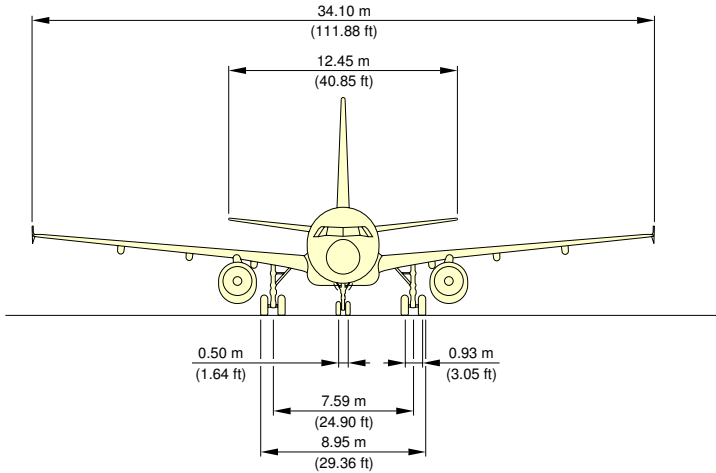
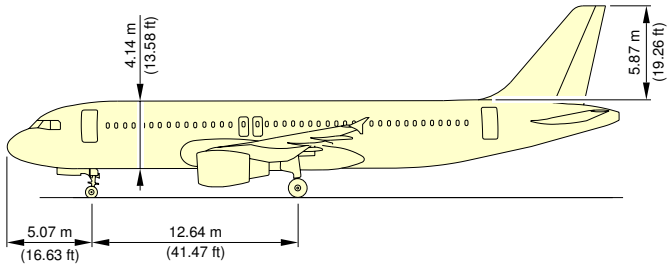
2-2-0 General Aircraft Dimensions

****ON A/C A320-200**

General Aircraft Dimensions

1. This section provides General Aircraft Dimensions.

**ON A/C A320-200

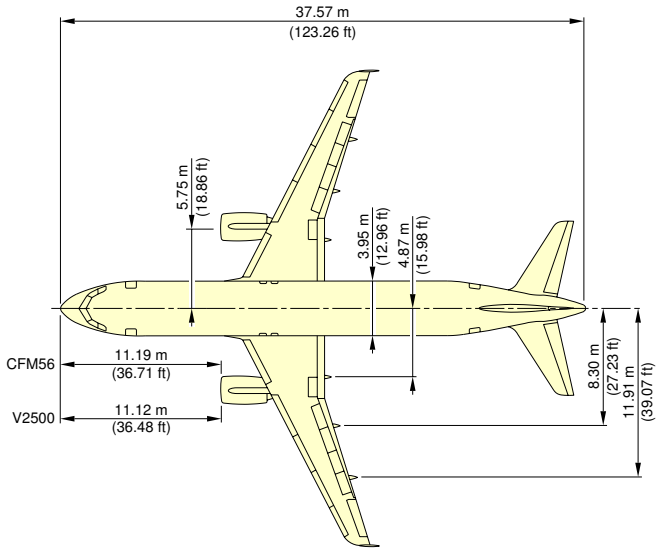


RELATED TO AIRCRAFT ATTITUDE AND WEIGHT

N_AC_020200_1_0040101_01_03

General Aircraft Dimensions
Wing Tip Fence (Sheet 1 of 4)
FIGURE-2-2-0-991-004-A01

**ON A/C A320-200

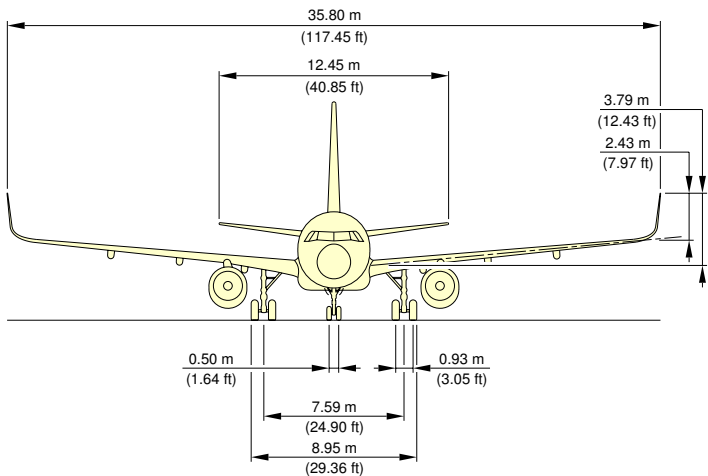
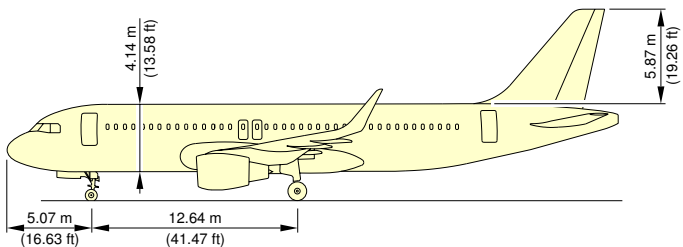


RELATED TO AIRCRAFT ATTITUDE AND WEIGHT

N_AC_020200_1_0040104_01_00

General Aircraft Dimensions
Wing Tip Fence (Sheet 2 of 4)
FIGURE-2-2-0-991-004-A01

**ON A/C A320-200

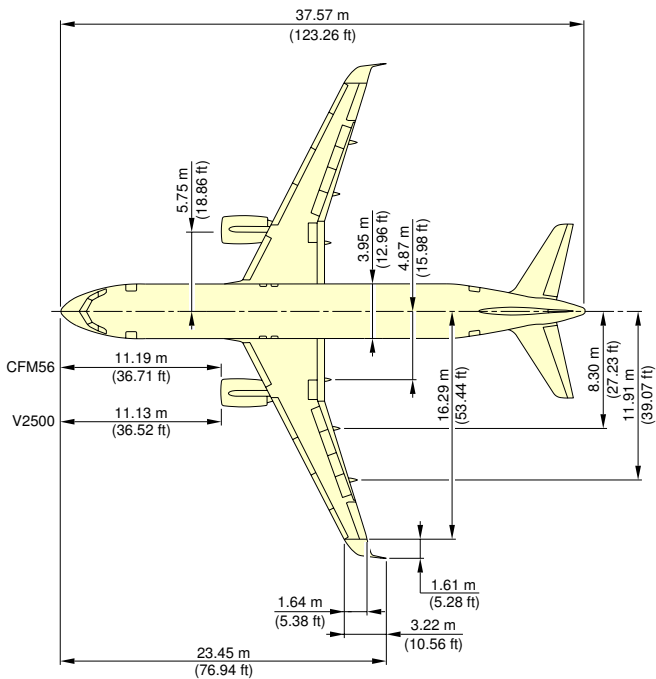


RELATED TO AIRCRAFT ATTITUDE AND WEIGHT

N_AC_020200_1_0040103_01_01

General Aircraft Dimensions
Sharklet (Sheet 3 of 4)
FIGURE-2-2-0-991-004-A01

**ON A/C A320-200



RELATED TO AIRCRAFT ATTITUDE AND WEIGHT

N_AC_020200_1_0040105_01_00

General Aircraft Dimensions
 Sharklet (Sheet 4 of 4)
 FIGURE-2-2-0-991-004-A01



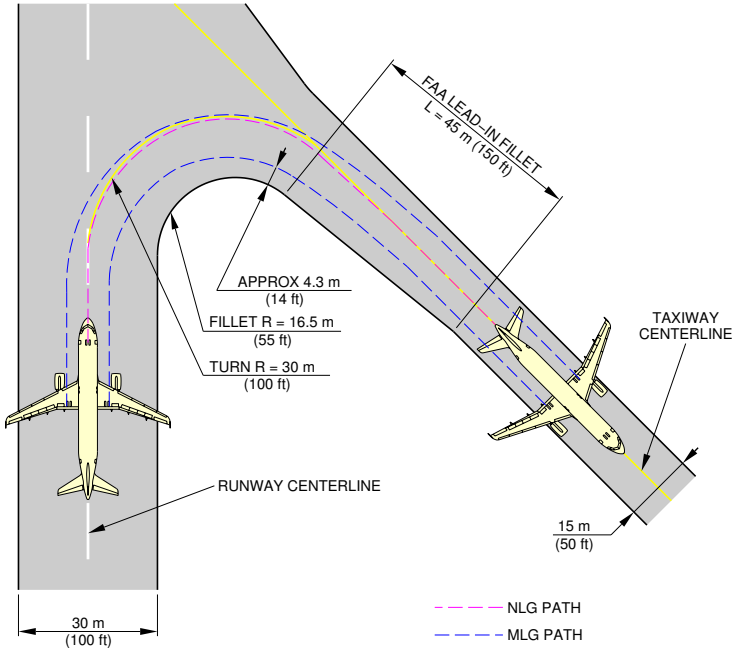
4-5-0 Runway and Taxiway Turn Paths

****ON A/C A320-200**

Runway and Taxiway Turn Paths

1. Runway and Taxiway Turn Paths.

**ON A/C A320-200

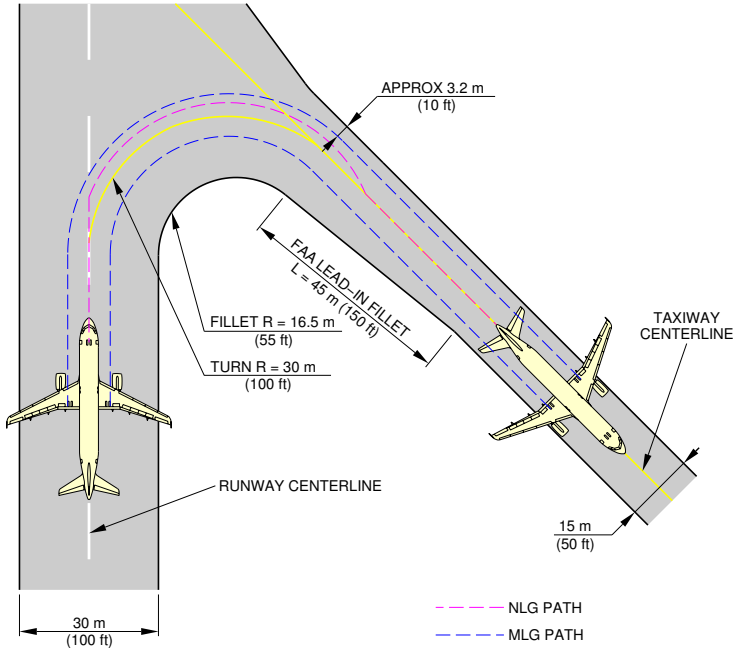


NOTE: FAA GROUP III FACILITIES.

N_AC_040501_1_0040101_01_01

135° Turn - Runway to Taxiway
Cockpit Over Centerline Method
FIGURE-4-5-1-991-004-A01

**ON A/C A320-200

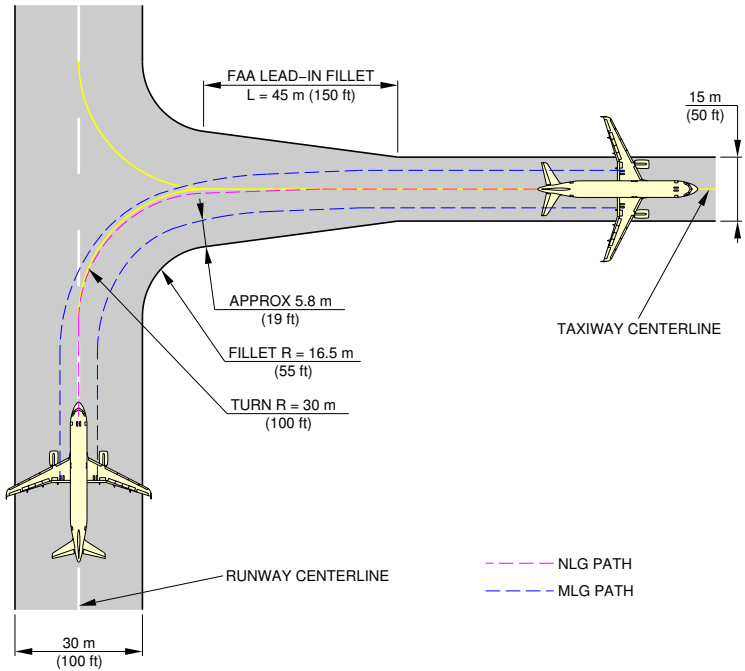


NOTE: FAA GROUP III FACILITIES.

N_AC_040501_1_0120101_01_00

135° Turn - Runway to Taxiway
Judgemental Oversteering Method
FIGURE 4-5-1-991-012-A01

**ON A/C A320-200

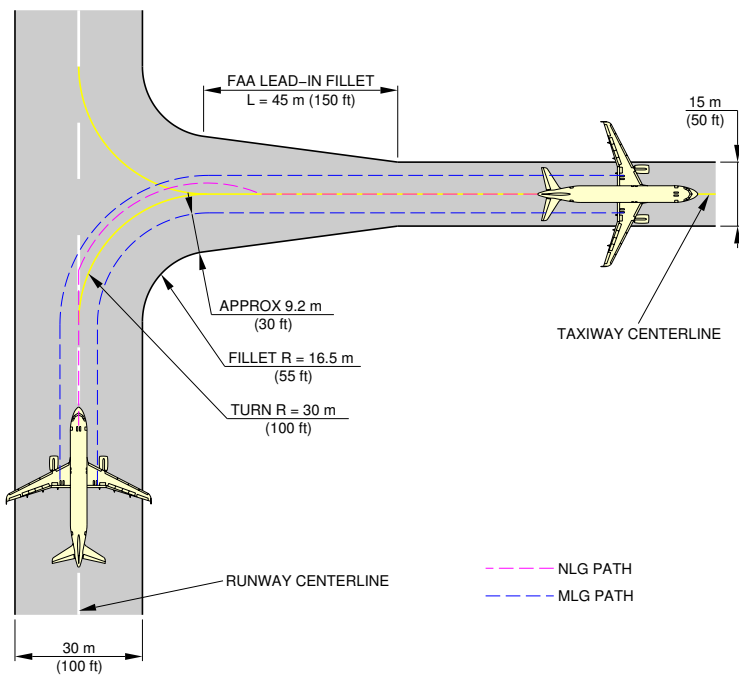


NOTE: FAA GROUP III FACILITIES.

N_AC_040502_1_0040101_01_01

90° Turn - Runway to Taxiway
Cockpit Over Centerline Method
FIGURE-4-5-2-991-004-A01

**ON A/C A320-200

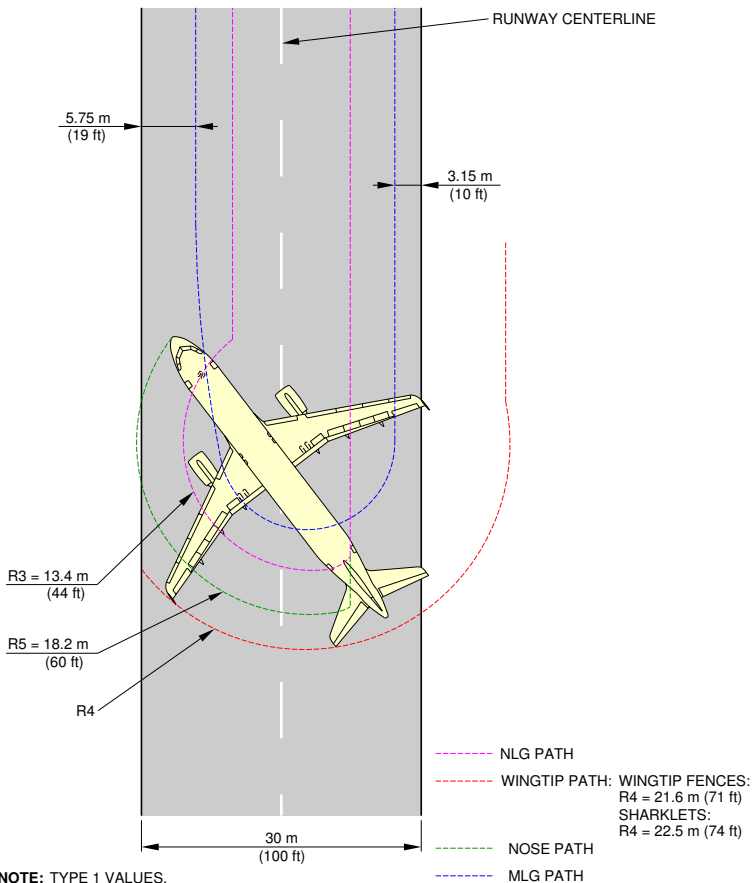


NOTE: FAA GROUP III FACILITIES.

N_AC_040502_1_0090101_01_00

90° Turn - Runway to Taxiway
Judgemental Oversteering Method
FIGURE 4-5-2-991-009-A01

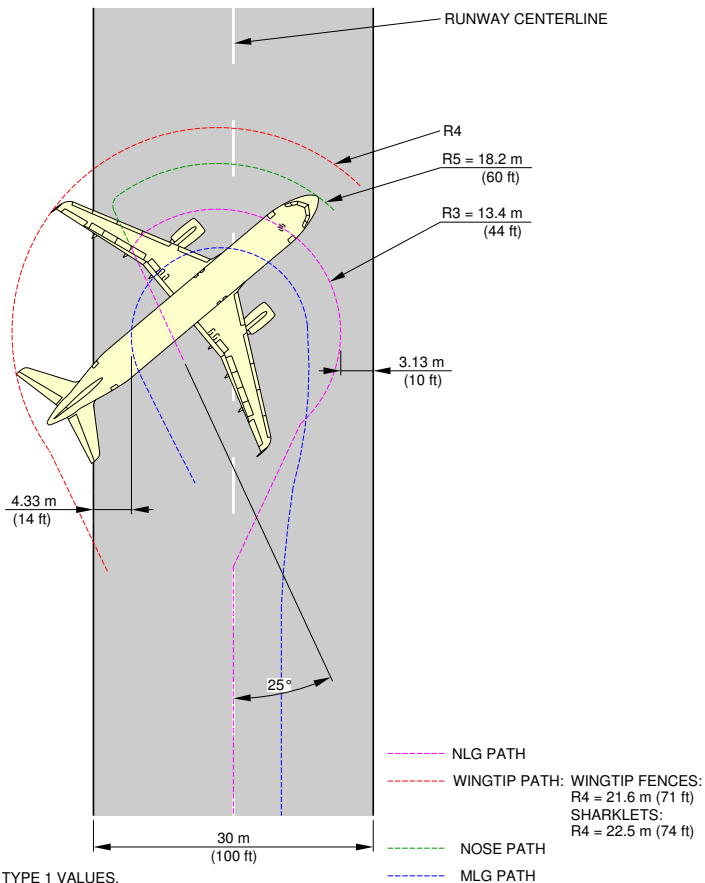
**ON A/C A320-200



N_AC_040503_1_0060101_01_00

180° Turn on a Runway
Edge of Runway Method (Sheet 1 of 2)
FIGURE-4-5-3-991-006-A01

**ON A/C A320-200

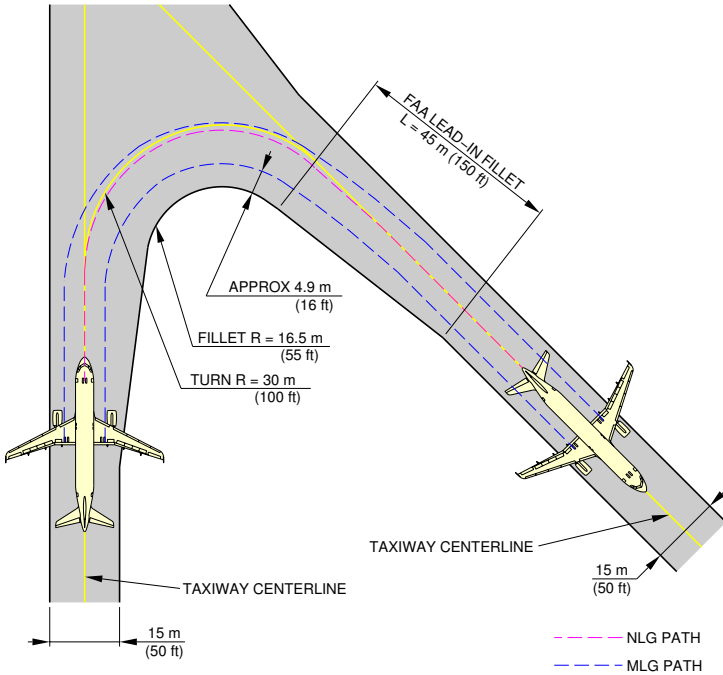


NOTE: TYPE 1 VALUES.

N_AC_040503_1_0060102_01_00

180° Turn on a Runway
Center of Runway Method (Sheet 2 of 2)
FIGURE-4-5-3-991-006-A01

**ON A/C A320-200

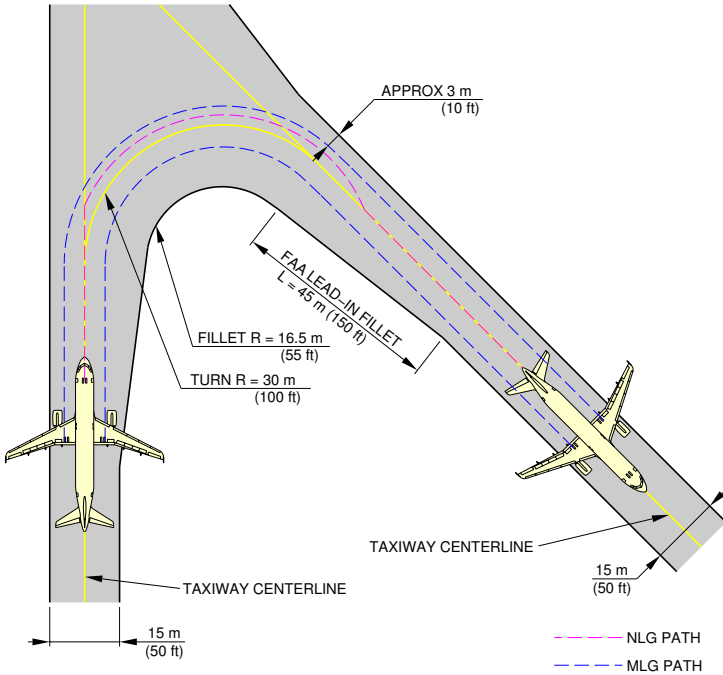


NOTE: FAA GROUP III FACILITIES

N_AC_040504_1_0060101_01_00

135° Turn - Taxiway to Taxiway
Cockpit Over Centerline Method (Sheet 1 of 2)
FIGURE-4-5-4-991-006-A01

**ON A/C A320-200

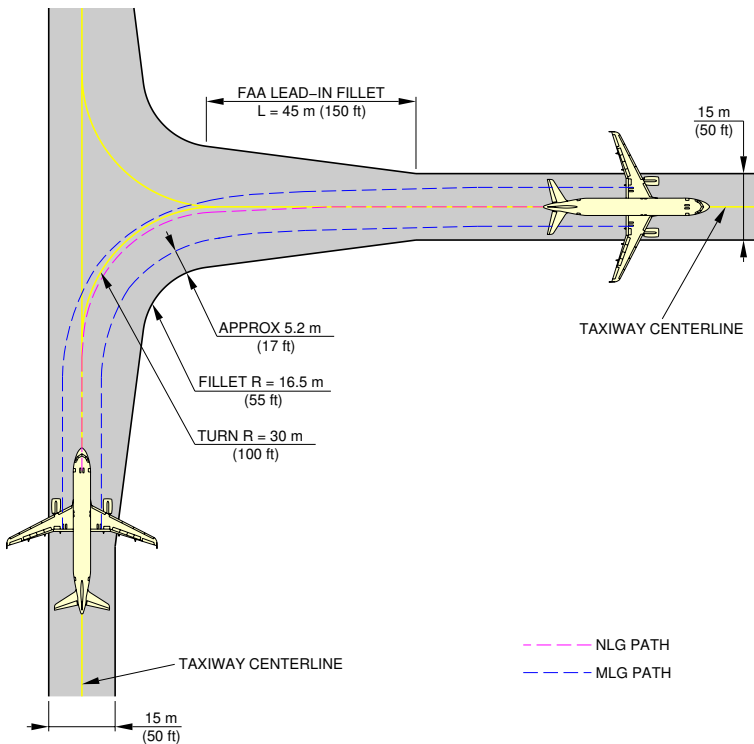


NOTE: FAA GROUP III FACILITIES

N_AC_040504_1_0060102_01_00

135° Turn - Taxiway to Taxiway
Judgemental Oversteering Method (Sheet 2 of 2)
FIGURE-4-5-4-991-006-A01

**ON A/C A320-200

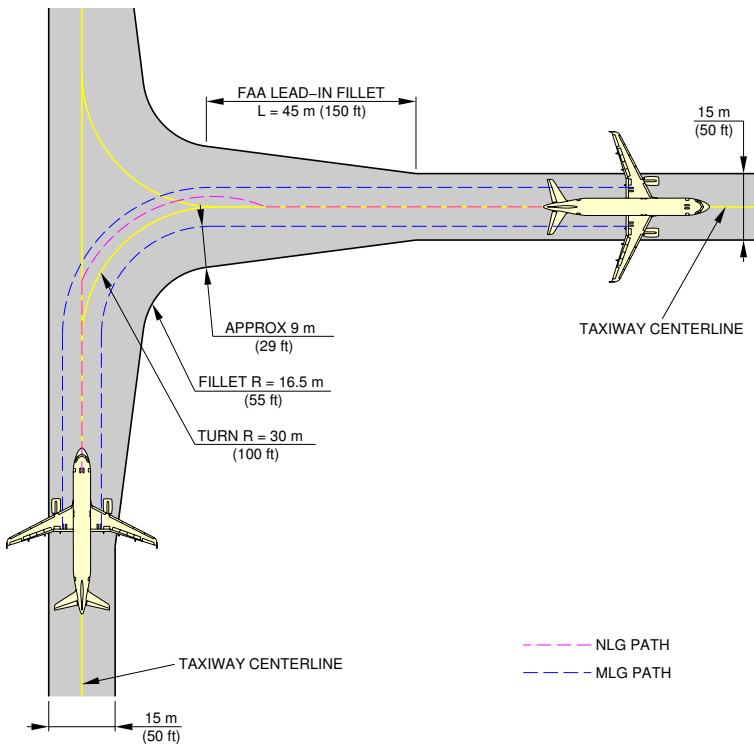


NOTE: FAA GROUP III FACILITIES.

N_AC_040505_1_0020101_01_01

90° Turn - Taxiway to Taxiway
Cockpit Over Centerline Method (Sheet 1 of 2)
FIGURE-4-5-5-991-002-A01

**ON A/C A320-200

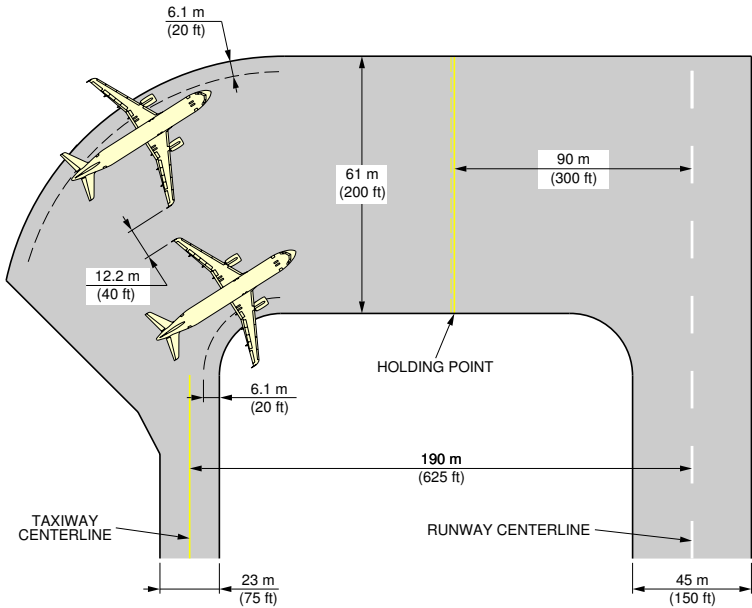


NOTE: FAA GROUP III FACILITIES.

N_AC_040505_1_0020102_01_00

90° Turn - Taxiway to Taxiway
Judgemental Oversteering Method (Sheet 2 of 2)
FIGURE-4-5-5-991-002-A01

**ON A/C A320-200



NOTE: COORDINATE WITH USING AIRLINE FOR SPECIFIC PLANNED OPERATING PROCEDURES.

N_AC_040600_1_0030101_01_01

Runway Holding Bay (Apron)
FIGURE 4-6-0-991-003-A01

PAVEMENT DATA

7-1-0 General Information

****ON A/C A320-200**General Information

1. General Information

This brief description of the pavement charts that follow will help in their use for airport planning.

To aid in the interpolation between the discrete values shown, each airplane configuration is shown with a minimum range of five loads on the main landing gear.

All curves on the charts represent data at a constant specified tire pressure with:

- The airplane loaded to the maximum ramp weight.
- The Center of Gravity (CG) at its maximum permissible aft position.

Pavement requirements for commercial airplanes are derived from the static analysis of loads imposed on the main landing gear struts.

The A/C codes are used for configuration management of chapter 07 only. There is no relation between these A/C codes and the ICAO A/C codes used for determining the airplane wing span and outer main gear wheel span as described in ICAO-Annex 14 Volume 1, Aerodrome Design and Operation Chapter 1.4, Table 1-1.

Section 7-2-0 presents basic data on the landing gear footprint configuration, maximum ramp weights and tire sizes and pressures.

Section 7-3-0 shows maximum vertical and horizontal pavement loads for certain critical conditions at the tire-ground interfaces.

Section 7-4-1 contain charts to find these loads throughout the stability limits of the airplane at rest on the pavement.

These main landing gear loads are used as the point of entry to the pavement design charts which follow, interpolating load values where necessary.

Section 7-5-1 uses procedures in Instruction Report No S-77-1 "Procedures for Development of CBR Design Curves", dated June 1977 and as modified according to the methods described in ICAO Aerodrome Design Manual, Part 3. Pavements, 2nd Edition, 1983, Section 1.1 (The ACN-PCN Method), and utilizing the alpha factors approved by ICAO in October 2007.

The report was prepared by the U.S. Army Corps Engineers Waterways Experiment Station, Soils and Pavement Laboratory, Vicksburg, Mississippi.

The line showing 10 000 coverages is used to calculate Aircraft Classification Number (ACN).

The procedure that follows is used to develop flexible pavement design curves such as shown in Section 7-5-1.

- With the scale for pavement thickness at the bottom and the scale for CBR at the top, an arbitrary line is drawn representing 10 000 coverages.
- Incremental values of the weight on the main landing gear are then plotted.
- Annual departure lines are drawn based on the load lines of the weight on the main landing gear that is shown on the graph.

Section 7-7-1 gives the rigid pavement design curves that have been prepared with the use of the Westergaard Equation. This is in general accordance with the procedures outlined in the Portland Cement Association publications, "Design of Concrete Airport Pavement", 1973 and "Computer Program for Airport Pavement Design", (Program PDILB), 1967 both by Robert G. Packard.

The procedure that follows is used to develop rigid pavement design curves such as shown in Section 7-7-1.

- With the scale for pavement thickness to the left and the scale for allowable working stress to the right, an arbitrary load line is drawn. This represents the main landing gear maximum weight to be shown.
- All values of the subgrade modulus (k values) are then plotted.
- Additional load lines for the incremental values of weight on the main landing gear are drawn on the basis of the curve for $k = 300$ already shown on the graph.

All Load Classification Number (LCN) curves shown in Section 7-6-1 and Section 7-8-2 have been developed from a computer program based on data provided in International Civil Aviation Organisation (ICAO) document 7920-AN/865/2, Aerodrome Manual, Part 2, "Aerodrome Physical Characteristics", Second Edition, 1965.

The flexible pavement charts in Section 7-6-1 show LCN against equivalent single wheel load, and equivalent single wheel load against pavement thickness.

The rigid pavement charts in Section 7-8-2 show LCN against equivalent single wheel load and equivalent single wheel load against radius of relative stiffness.

Section 7-9-0 gives ACN data prepared according to the ACN/PCN system as referenced in ICAO Annex 14, "Aerodromes", Volume 1 Fourth Edition July 2004, incorporating Amendments 1 to 6.

The ACN/PCN system gives a standardized international airplane/pavement rating system replacing the various S, T, TT, LCN, AUW, ISWL, etc., rating systems used throughout the world.

The ACN is the Aircraft Classification Number and PCN is the corresponding Pavement Classification Number.

An aircraft having an ACN equal to or less than the PCN can operate without restriction on the pavement.

Numerically the ACN is two times the derived single wheel load expressed in thousands of kilograms. The derived single wheel is defined as the load on a single tire inflated to 1.25 Mpa (181 psi) that would have the same pavement requirements as the aircraft.

Computationally the ACN/PCN system uses PCA program PDILB for rigid pavements and S-77-1 for flexible pavements to calculate ACN values.

The Airport Authority must decide on the method of pavement analysis and the results of their evaluation shown as follows:

PCN			
PAVEMENT TYPE	SUBGRADE CATEGORY	TIRE PRESSURE CATEGORY	EVALUATION METHOD
R – Rigid	A – High	W – No Limit	T – Technical
F – Flexible	B – Medium	X – To 1.5 Mpa (217 psi)	U – Using Aircraft
	C – Low	Y – To 1.0 Mpa (145 psi)	
	D – Ultra Low	Z – To 0.5 Mpa (73 psi)	

Section 7-9-1 shows the aircraft ACN values for flexible pavements.

The four subgrade categories are:

- A. High Strength CBR 15
- B. Medium Strength CBR 10
- C. Low Strength CBR 6
- D. Ultra Low Strength CBR 3

Section 7-9-2 shows the aircraft ACN for rigid pavements.

The four subgrade categories are:

- A. High Strength Subgrade $k = 150 \text{ MN/m}^3$ (550 pci)
- B. Medium Strength Subgrade $k = 80 \text{ MN/m}^3$ (300 pci)
- C. Low Strength Subgrade $k = 40 \text{ MN/m}^3$ (150 pci)
- D. Ultra Low Strength Subgrade $k = 20 \text{ MN/m}^3$ (75 pci)



AIRCRAFT CHARACTERISTICS - AIRPORT AND MAINTENANCE PLANNING

**ON A/C A320-200

MODEL	WV	AIRCRAFT CODE
A320-2XX	06	E
A320-2XX	05	F
A320-2XX	01	G
A320-2XX	02	H
A320-2XX	13 04	I
A320-2XX	08 00 14	J
A320-2XX	16	K
A320-2XX	03 09	L
A320-2XX	11	M
A320-2XX	10 07	N
A320-2XX	12	O
A320-2XX	15	P
A320-2XX	17	Q
A320-2XX	18	R
A320-2XX Bogie L/G	00	TT

NOTE: FOR WEIGHT VARIANT DEFINITION, REFER TO CHAPTER 02-01-01.

NOTE: THE A/C CODES ARE USED FOR CONFIGURATION MANAGEMENT OF CHAPTER 07 ONLY.THERE IS NO RELATION BETWEEN THESE A/C CODES AND THE ICAO A/C CODES USED FOR DETERMINING THE AIRPLANE WING SPAN AND OUTER MAIN GEAR WHEEL SPAN AS DESCRIBED IN ICAO-ANNEX 14 VOLUME 1, AERODROME DESIGN AND OPERATION CHAPTER 1.4, TABLE 1-1.

N_AC_070100_1_0030101_01_01

Aircraft Codes
FIGURE-7-1-0-991-003-A01



7-2-0 Landing Gear Footprint

****ON A/C A320-200**

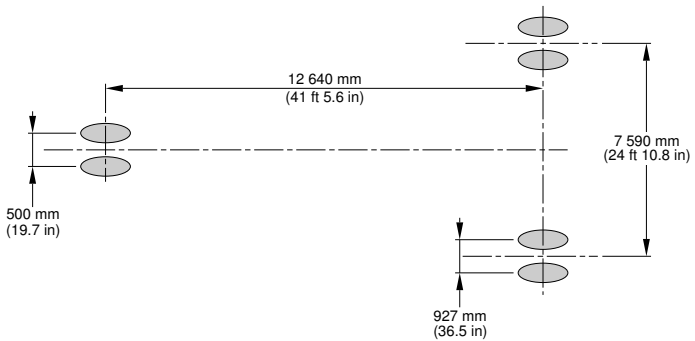
Landing Gear Footprint

1. This section gives Landing Gear Footprint.

NOTE : For AC Code definition, refer to chapter 07-01-00.

****ON A/C A320-200**

A/C CODE	P - Q	
PERCENTAGE OF WEIGHT ON MAIN GEAR GROUP	SEE SECTION 7-4-1	
NOSE GEAR TIRE SIZE	30 x 8.8 R15 (30 x 8.8 - 15)	
NOSE GEAR TIRE PRESSURE	12.3 bar (178 psi)	
MAIN GEAR TIRE SIZE	46 x 17 R20 (46 x 16 - 20)	1 270 x 455 R22 (49 x 18 - 22)
MAIN GEAR TIRE PRESSURE	14.4 bar (209 psi)	12.3 bar (178 psi)



N_AC_070200_1_0170101_01_02

Landing Gear Footprint
FIGURE-7-2-0-991-017-A01



7-3-0 Maximum Pavement Loads

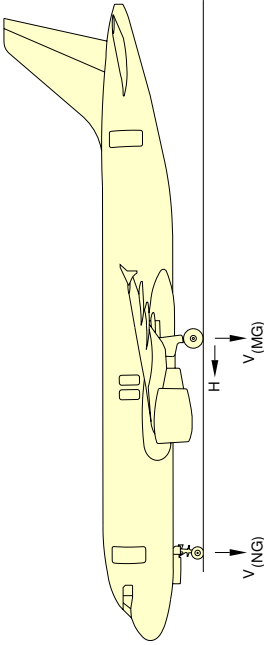
****ON A/C A320-200**

Maximum Pavement Loads

1. This section gives Maximum Pavement Loads.

NOTE : For A/C code definition, refer to chapter 7-1-0.

**ON A/C A320-200



1	2		3		4		5		6			
	MAXIMUM RAMP WEIGHT		STATIC LOAD AT MOST FWD CG		STATIC BRAKING @ 1010/S DECELERATION		VMG (PER STRUT) STATIC LOAD AT MAX AFT CG		STEADY BRAKING AT INSTANTANEOUS BRAKING COEFFICIENT = 0.8			
A/C CODE	lb	kg	lb	kg	lb	kg	lb	kg	lb	kg		
N - O	170 650	77 400	22 050	10 000	34 900	15 830	79 450 (2)	36 030 (2)	26 525	12 030	63 550	28 830
P - Q	172 850	78 400	22 050	10 000	34 900	15 830	80 250 (3)	36 400 (3)	26 850	12 180	64 200	29 120

V (NG) MAXIMUM VERTICAL NOSE GEAR GROUND LOAD AT MOST FORWARD CG
 V (MG) MAXIMUM VERTICAL MAIN GEAR GROUND LOAD AT MOST AFT CG
 H MAXIMUM HORIZONTAL GROUND LOAD FROM BRAKING

A/C CODE

- (1) N - O - P - Q FWD CG = 17 % MAC AT AC WEIGHT = 72 000 kg
- (2) N - O AFT CG = 37.5 % MAC
- (3) P - Q AFT CG = 36.8 % MAC

NOTE: ALL LOADS CALCULATED USING AIRPLANE MAXIMUM RAMP WEIGHT.

N_AC_070300_1_0130101_01_02

Maximum Pavement Loads
 FIGURE-7-3-0-991-013-A01

2.0 AIRPLANE DESCRIPTION

2.1 General Characteristics

Maximum Design Taxi Weight (MTW). Maximum weight for ground maneuver as limited by aircraft strength and airworthiness requirements. (It includes weight of taxi and run-up fuel.)

Maximum Design Takeoff Weight (MTOW). Maximum weight for takeoff as limited by aircraft strength and airworthiness requirements. (This is the maximum weight at start of the takeoff run.)

Maximum Design Landing Weight (MLW). Maximum weight for landing as limited by aircraft strength and airworthiness requirements.

Maximum Design Zero Fuel Weight (MZFW). Maximum weight allowed before usable fuel and other specified usable agents must be loaded in defined sections of the aircraft as limited by strength and airworthiness requirements.

Operating Empty Weight (OEW). Weight of structure, powerplant, furnishing systems, unusable fuel and other unusable propulsion agents, and other items of equipment that are considered an integral part of a particular airplane configuration. Also included are certain standard items, personnel, equipment, and supplies necessary for full operations, excluding usable fuel and payload.

Maximum Payload. Maximum design zero fuel weight minus operational empty weight.

Maximum Seating Capacity. The maximum number of passengers specifically certificated or anticipated for certification.

Maximum Cargo Volume. The maximum space available for cargo.

Usable Fuel. Fuel available for aircraft propulsion.

CHARACTERISTICS	UNITS	MODEL 737-500				
		CFM56-3B1 ENGINES (18,500 LB SLST)			CFM56-3B1 ENGINES (20,000 LB SLST)	
MAX DESIGN	POUNDS	116,000	125,000	134,000	125,000	136,500
TAXI WEIGHT	KILOGRAMS	52,617	56,699	60,781	56,699	61,915
MAX DESIGN	POUNDS	115,500	124,500	133,500	133,500	136,000
TAKEOFF WEIGHT	KILOGRAMS	52,390	56,472	60,555	60,555	61,689
MAX DESIGN	POUNDS	110,000	110,000	110,000	110,000	110,000
LANDING WEIGHT	KILOGRAMS	49,8965	49,895	49,895	49,895	49,895
MAX DESIGN	POUNDS	102,500	102,500	102,500	102,500	103,000
ZERO FUEL WEIGHT	KILOGRAMS	46,493	46,493	46,493	46,493	46,720
OPERATING	POUNDS	69,030	69,030	69,030	69,030	69,030
EMPTY WEIGHT (1)	KILOGRAMS	31,311	31,311	31,311	31,311	31,311
MAX STRUCTURAL	POUNDS	33,470	33,470	33,470	33,470	33,470
PAYLOAD	KILOGRAMS	15,182	15,182	15,182	15,182	15,182
SEATING CAPACITY	TWO-CLASS	108: 8 FIRST CLASS AND 100 ECONOMY				
	ALL-ECONOMY	122 AT SIX ABREAST; FAA EXIT LIMIT: 149				
MAX CARGO VOLUME	CUBIC FEET	822	683 (2)	595 (3)	671 (4)	546 (5)
- LOWER DECK	CUBIC METERS	23.3	19.3 (2)	16.8 (3)	19.0 (4)	15.5 (5)
USABLE FUEL	US GALLONS	5,311	5,701 (2)	6,121 (3)	5,803 (4)	6,295 (5)
	LITERS	20,102	21,578 (2)	23,168 (3)	21,964 (4)	23,827 (5)
	POUNDS	35,584	38,197 (2)	41,011 (3)	38,880 (4)	42,177 (5)
	KILOGRAMS	16,141	17,326 (2)	18,602 (3)	17,636 (4)	19,131 (5)

- NOTES: (1) OPERATING EMPTY WEIGHT FOR BASELINE MIXED CLASS CONFIGURATION. CONSULT WITH AIRLINE FOR SPECIFIC WEIGHTS AND CONFIGURATIONS.
(2) AIRPLANE WITH 390 GAL (1,475 L) AUXILIARY FUEL TANK IN AFT CARGO COMPARTMENT
(3) AIRPLANE WITH 810 GAL (3,065 L) AUXILIARY FUEL TANK IN AFT CARGO COMPARTMENT
(4) AIRPLANE WITH 500 GAL (1,893 L) AUXILIARY FUEL TANK IN AFT CARGO COMPARTMENT
(5) AIRPLANE WITH 1,000 GAL (3,785 L) AUXILIARY FUEL TANK IN AFT CARGO COMPARTMENT

2.1.8 GENERAL CHARACTERISTICS

MODEL 737-500

D6-58325-6

CHARACTERISTICS	UNITS	MODEL 737-800, -800 WITH WINGLETS		
MAX DESIGN TAXI WEIGHT	POUNDS	156,000	173,000	174,900
	KILOGRAMS	70,760	78,471	79,333
MAX DESIGN TAKEOFF WEIGHT	POUNDS	155,500	172,500	174,200
	KILOGRAMS	70,534	78,245	79,016
MAX DESIGN LANDING WEIGHT	POUNDS	144,000	144,000	146,300
	KILOGRAMS	65,317	65,317	66,361
MAX DESIGN ZERO FUEL WEIGHT	POUNDS	136,000	136,000	138,300
	KILOGRAMS	61,689	61,689	62,732
OPERATING EMPTY WEIGHT (1)	POUNDS	91,300	91,300	91,300
	KILOGRAMS	41,413	41,413	41,413
MAX STRUCTURAL PAYLOAD	POUNDS	44,700	44,700	47,000
	KILOGRAMS	20,276	20,276	21,319
SEATING CAPACITY (1)	TWO-CLASS	160	160	160
	ALL-ECONOMY	184	184	184
MAX CARGO - LOWER DECK	CUBIC FEET	1555	1555	1555
	CUBIC METERS	44.1	44.1	44.1
USABLE FUEL	US GALLONS	6875	6875	6875
	LITERS	26,022	26,022	26,022
	POUNDS	46,063	46,063	46,063
	KILOGRAMS	20,894	20,894	20,894

NOTE: (1) OPERATING EMPTY WEIGHT FOR BASELINE MIXED CLASS CONFIGURATION.
CONSULT WITH AIRLINE FOR SPECIFIC WEIGHTS AND CONFIGURATIONS.

2.1.11 GENERAL CHARACTERISTICS
MODEL 737-800, -800 WITH WINGLETS

CHARACTERISTICS	UNITS	MODEL 737-900, -900 WITH WINGLETS	
MAX DESIGN TAXI WEIGHT	POUNDS	164,500	174,700
	KILOGRAMS	74,616	79,243
MAX DESIGN TAKEOFF WEIGHT	POUNDS	164,000	174,200
	KILOGRAMS	74,389	79,016
MAX DESIGN LANDING WEIGHT	POUNDS	146,300	147,300
	KILOGRAMS	66,361	66,814
MAX DESIGN ZERO FUEL WEIGHT	POUNDS	138,300	140,300
	KILOGRAMS	62,732	63,639
OPERATING EMPTY WEIGHT (1)	POUNDS	94,580	94,580
	KILOGRAMS	42,901	42,901
MAX STRUCTURAL PAYLOAD	POUNDS	43,720	45,720
	KILOGRAMS	19,831	20,738
SEATING CAPACITY (1)	TWO-CLASS	177	177
	ALL-ECONOMY	189	189
MAX CARGO - LOWER DECK	CUBIC FEET	1,835	1,835
	CUBIC METERS	52.0	52.0
USABLE FUEL	US GALLONS	6875	6875
	LITERS	26,022	26,022
	POUNDS	46,063	46,063
	KILOGRAMS	20,894	20,894

NOTE: (1) OPERATING EMPTY WEIGHT FOR BASELINE MIXED CLASS CONFIGURATION.
CONSULT WITH AIRLINE FOR SPECIFIC WEIGHTS AND CONFIGURATIONS.

2.1.12 GENERAL CHARACTERISTICS
MODEL 737-900, -900 WITH WINGLETS

CHARACTERISTICS	UNITS	MODEL 737-900ER, -900ER WITH WINGLETS		
MAX DESIGN TAXI WEIGHT	POUNDS	164,500	188,200	
	KILOGRAMS	74,616	85,366	
MAX DESIGN TAKEOFF WEIGHT	POUNDS	164,000	187,700	
	KILOGRAMS	74,389	85,139	
MAX DESIGN LANDING WEIGHT	POUNDS	146,300	157,300	
	KILOGRAMS	66,361	71,350	
MAX DESIGN ZERO FUEL WEIGHT	POUNDS	138,300	149,300	
	KILOGRAMS	62,732	67,721	
OPERATING EMPTY WEIGHT (1)	POUNDS	98,495	98,495	
	KILOGRAMS	44,677	44,677	
MAX STRUCTURAL PAYLOAD	POUNDS	39,308	50,805	
	KILOGRAMS	17,830	23,045	
SEATING CAPACITY (1)	TWO-CLASS	177	177	
	ALL-ECONOMY	186 WITH MID EXIT DOOR, 215: FAA EXIT LIMIT		
AUXILIARY FUEL OPTIONS	SEE NOTES	(2)	(3)	(4)
MAX CARGO - LOWER DECK	CUBIC FEET	1,826	1,676	1,587
	CUBIC METERS	51.7	47.5	44.9
USABLE FUEL	US GALLONS	6,875	7,390	7,837
	LITERS	26,025	27,974	29,666
	POUNDS	46,063	49,513	52,508
	KILOGRAMS	20,894	22,459	23,817

NOTES: (1) OPERATING EMPTY WEIGHT FOR BASELINE MIXED CLASS CONFIGURATION.
CONSULT WITH AIRLINE FOR SPECIFIC WEIGHTS AND CONFIGURATIONS.

(2) WITH NO AUXILIARY FUEL TANK

(3) WITH ONE AUXILIARY FUEL TANK

(4) WITH TWO AUXILIARY FUEL TANKS

2.1.13 GENERAL CHARACTERISTICS

MODEL 737-900ER, -900ER WITH WINGLETS

4.0 GROUND MANEUVERING

4.1 General Information

The 737 landing gear system is a conventional tricycle-type. The main gear consists of two dual wheel assemblies, one on each side of the fuselage. The nose gear is a dual-wheel assembly.

Sections 4.2 and 4.3 show turning radii for various nose gear steering angles. Radii for the main and nose gears are measured from the outside edge of the tire, rather than from the center of the wheel strut.

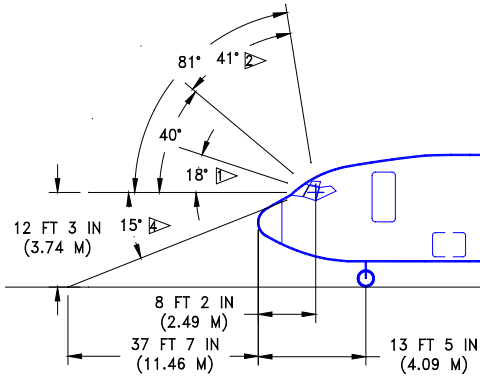
Section 4.4 shows the range of pilot's visibility from the cockpit within the limits of ambinoocular vision through the windows. Ambinoocular vision is defined as the total field of vision seen by both eyes at the same time.

The runway-taxiway turns in Section 4.5 show models 737-100 and 737-900 on a 100-ft (30-m) runway and 50-ft (15-m) taxiway system. Main gear tire tracks for the other airplane models will be between the tracks of the -100 and -900 models. Boeing 737 Series aircraft are able to operate on 100-foot wide runways worldwide. However, the FAA recommends the runway width criteria for the 737-700/-800/-900 is 150 ft (45 m) due to its maximum certificated takeoff weight.

Section 4.6 shows minimum holding apron requirements for the 737 airplane models. Holding aprons for larger aircraft should be adequate for the 737.

DRAWING
NOT TO SCALE

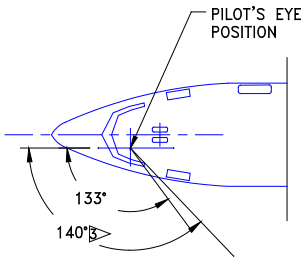
NOT TO BE USED
FOR LANDING
APPROACH VISIBILITY



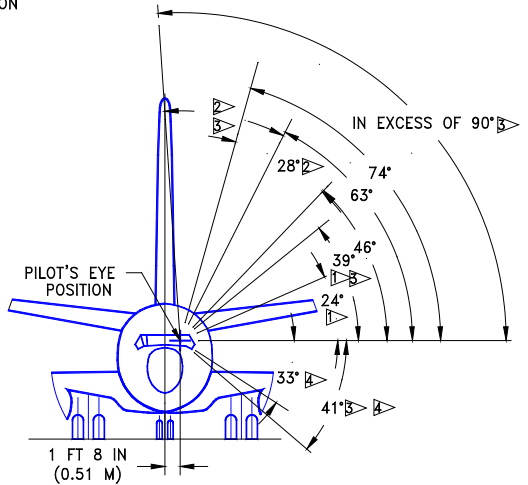
VISUAL ANGLES IN PLANE PARALLEL
TO LONGITUDINAL AXIS THROUGH
PILOT'S EYE POSITION

NOTES: HEAD ROTATED ABOUT POINT
3.3 IN (0.08 M) AFT OF
PILOT'S EYE POSITION.

- ▷ UPWARD VISION THROUGH MAIN WINDOW
- ▷ VISION THROUGH EYEBROW WINDOW
- ▷ WITH HEAD MOVED 5 IN (0.13 M) OUTBOARD
- ▷ DOWNWARD VISION THROUGH MAIN WINDOW



VISUAL ANGLES IN HORIZONTAL PLANE
THROUGH PILOT'S EYE POSITION



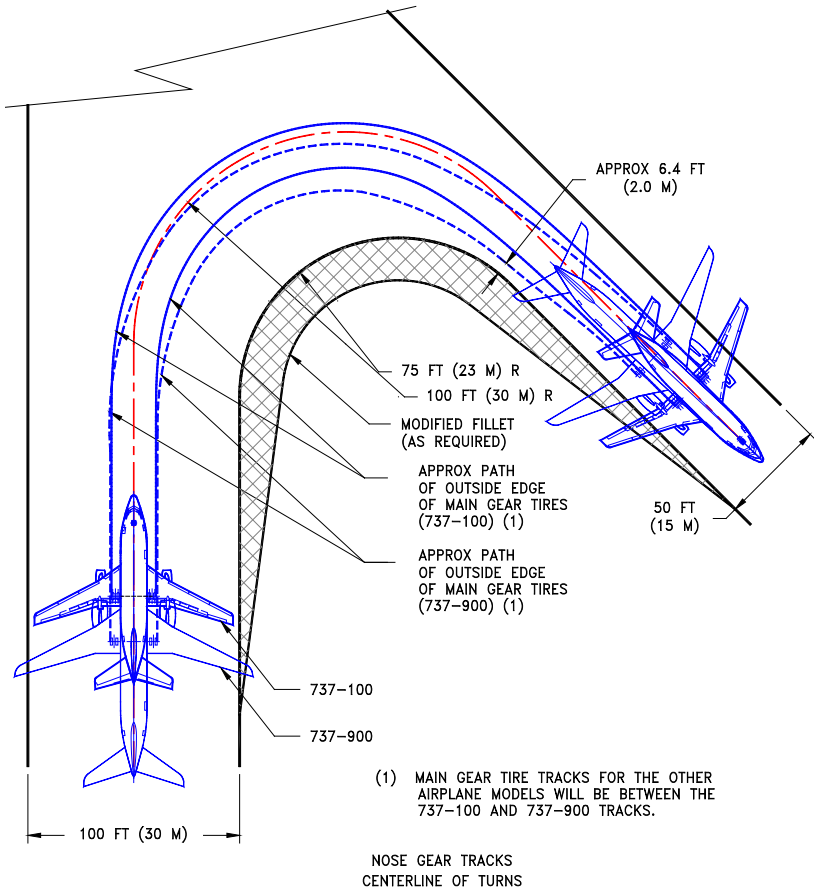
VISUAL ANGLES IN PLANE PERPENDICULAR
TO LONGITUDINAL AXIS THROUGH
PILOT'S EYE POSITION

4.4 VISIBILITY FROM COCKPIT IN STATIC POSITION
MODEL 737, ALL MODELS

D6-58325-6

SEPTEMBER 2013 337

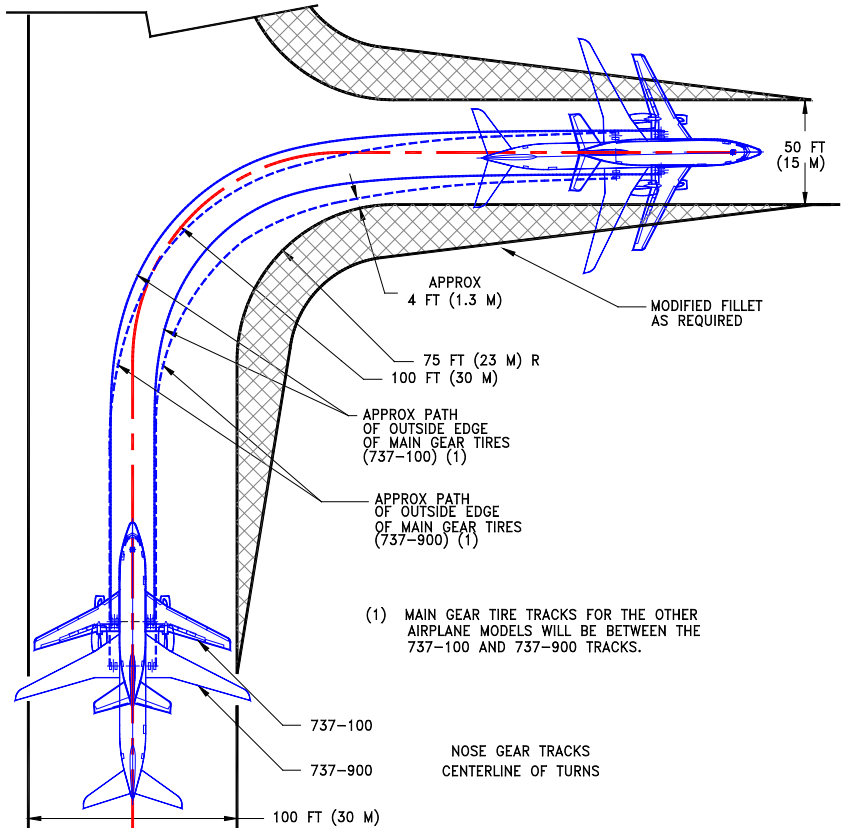
NOTE:
BEFORE DETERMINING THE SIZE OF THE
INTERSECTION FILLET, CHECK WITH THE
AIRLINES REGARDING THE OPERATING
PROCEDURES THAT THEY USE AND THE TYPES
OF AIRCRAFT THAT ARE EXPECTED TO
SERVE THE AIRPORT.



**4.5.1 RUNWAY AND TAXIWAY TURN PATHS - RUNWAY-TO-TAXIWAY,
MORE THAN 90 DEGREES, NOSE GEAR TRACKS CENTERLINE
MODEL 737, ALL MODELS**

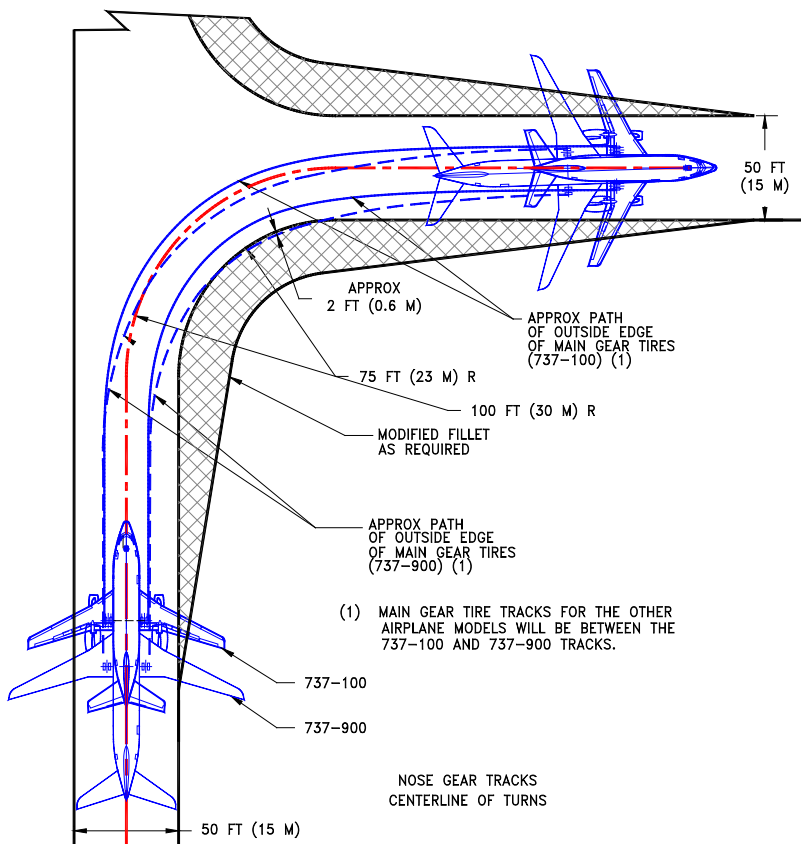
D6-58325-6

NOTE:
 BEFORE DETERMINING THE SIZE OF THE
 INTERSECTION FILLET, CHECK WITH THE
 AIRLINES REGARDING THE OPERATING
 PROCEDURES THAT THEY USE AND THE
 TYPES OF AIRCRAFT THAT ARE EXPECTED
 TO SERVE THE AIRPORT.



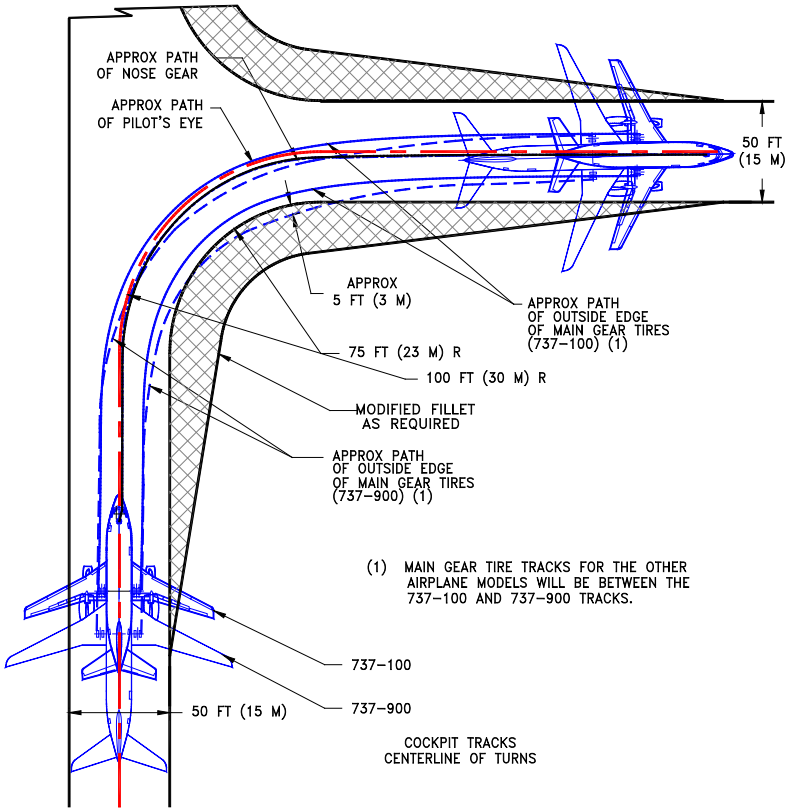
**4.5.2 RUNWAY AND TAXIWAY TURN PATHS - RUNWAY-TO-TAXIWAY,
 90 DEGREES, NOSE GEAR TRACKS CENTERLINE**
 MODEL 737, ALL MODELS

NOTE:
 BEFORE DETERMINING THE SIZE OF THE
 INTERSECTION FILLET, CHECK WITH THE
 AIRLINES REGARDING THE OPERATING
 PROCEDURES THAT THEY USE AND THE TYPES
 OF AIRCRAFT THAT ARE EXPECTED TO
 SERVE THE AIRPORT.



**4.5.3 RUNWAY AND TAXIWAY TURN PATHS - TAXIWAY-TO-TAXIWAY,
 90 DEGREES, NOSE GEAR TRACKS CENTERLINE**
 MODEL 737, ALL MODELS

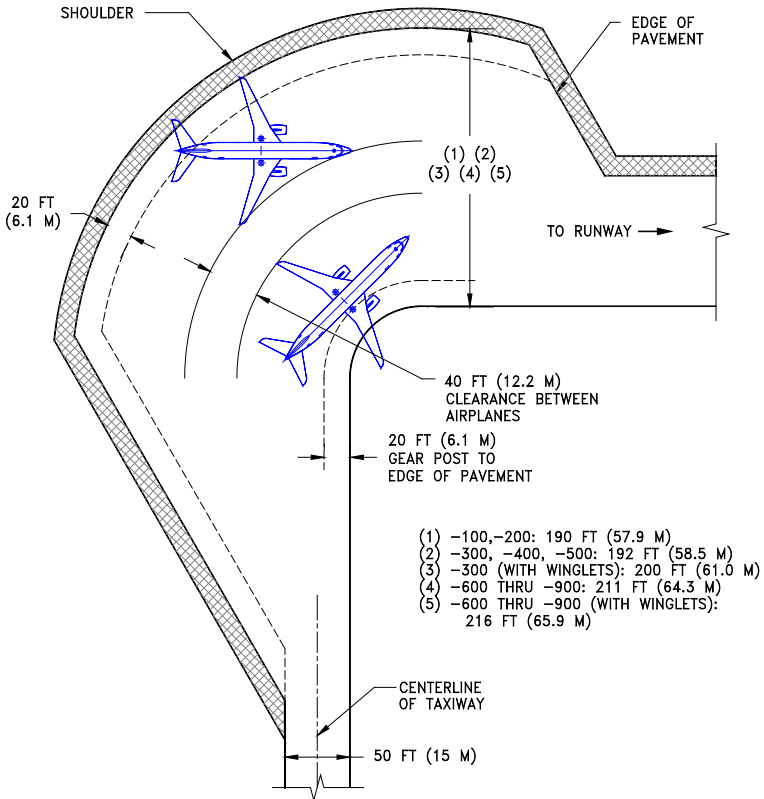
NOTE:
 BEFORE DETERMINING THE SIZE OF THE
 INTERSECTION FILLET, CHECK WITH THE
 AIRLINES REGARDING THE OPERATING
 PROCEDURES THAT THEY USE AND THE TYPES
 OF AIRCRAFT THAT ARE EXPECTED TO
 SERVE THE AIRPORT.



**4.5.4 RUNWAY AND TAXIWAY TURN PATHS - TAXIWAY-TO-TAXIWAY,
 90 DEGREES, COCKPIT TRACKS CENTERLINE**

MODEL 737, ALL MODELS

NOTE:
BEFORE DETERMINING THE SIZE OF THE PAVEMENT AND SHOULDER, CHECK WITH THE AIRLINES REGARDING THE OPERATING PROCEDURES THAT THEY USE AND THE AIRCRAFT TYPES THAT ARE EXPECTED TO SERVE THE AIRPORT.



4.6. RUNWAY HOLDING BAY
MODEL 737, ALL MODELS

7.0 PAVEMENT DATA

7.1 General Information

A brief description of the pavement charts that follow will help in their use for airport planning. Each airplane configuration is depicted with a minimum range of five loads imposed on the main landing gear to aid in interpolation between the discrete values shown. All curves for any single chart represent data based on rated loads and tire pressures considered normal and acceptable by current aircraft tire manufacturer's standards. Tire pressures, where specifically designated on tables and charts, are at values obtained under loaded conditions as certificated for commercial use.

Section 7.2 presents basic data on the landing gear footprint configuration, maximum design taxi loads, and tire sizes and pressures.

Maximum pavement loads for certain critical conditions at the tire-to-ground interface are shown in Section 7.3, with the tires having equal loads on the struts.

Pavement requirements for commercial airplanes are customarily derived from the static analysis of loads imposed on the main landing gear struts. The charts in Section 7.4 are provided in order to determine these loads throughout the stability limits of the airplane at rest on the pavement. These main landing gear loads are used as the point of entry to the pavement design charts, interpolating load values where necessary.

The flexible pavement design curves (Section 7.5) are based on procedures set forth in Instruction Report No. S-77-1, "Procedures for Development of CBR Design Curves," dated June 1977, and as modified according to the methods described in FAA Advisory Circular 150/5320-6D, "Airport Pavement Design and Evaluation," dated July 7, 1995. Instruction Report No. S-77-1 was prepared by the U.S. Army Corps of Engineers Waterways Experiment Station, Soils and Pavements Laboratory, Vicksburg, Mississippi. The line showing 10,000 coverages is used to calculate Aircraft Classification Number (ACN).

The following procedure is used to develop the curves, such as shown in Section 7.5:

1. Having established the scale for pavement depth at the bottom and the scale for CBR at the top, an arbitrary line is drawn representing 5,000 annual departures.
2. Values of the aircraft gross weight are then plotted.
3. Additional annual departure lines are drawn based on the load lines of the aircraft gross weights already established.
4. An additional line representing 10,000 coverages (used to calculate the flexible pavement Aircraft Classification Number) is also placed.

All Load Classification Number (LCN) curves (Sections 7.6 and 7.8) have been developed from a computer program based on data provided in International Civil Aviation Organization (ICAO) document 9157-AN/901, Aerodrome Design Manual, Part 3, "Pavements", Second Edition, 1983. LCN values are shown directly for parameters of weight on main landing gear, tire pressure, and radius of relative stiffness (l) for rigid pavement or pavement thickness or depth factor (h) for flexible pavement.

Rigid pavement design curves (Section 7.7) have been prepared with the Westergaard equation in general accordance with the procedures outlined in the Design of Concrete Airport Pavement (1955 edition) by Robert G. Packard, published by the Portland Cement Association, 5420 Old Orchard Road, Skokie, Illinois 60077-1083. These curves are modified to the format described in the Portland Cement Association publication XP6705-2, Computer Program for Airport Pavement Design (Program PDILB), 1968, by Robert G. Packard.

The following procedure is used to develop the rigid pavement design curves shown in Section 7.7:

1. Having established the scale for pavement thickness to the left and the scale for allowable working stress to the right, an arbitrary load line is drawn representing the main landing gear maximum weight to be shown.
2. Values of the subgrade modulus (k) are then plotted.
3. Additional load lines for the incremental values of weight on the main landing gear are drawn on the basis of the curve for $k = 300$, already established.

The rigid pavement design curves (Section 7.9) have been developed based on methods used in the FAA Advisory Circular AC 150/5320-6D July 7, 1995. The following procedure is used to develop the curves, such as shown in Section 7.9:

1. Having established the scale for pavement flexure strength on the left and temporary scale for pavement thickness on the right, an arbitrary load line is drawn representing the main landing gear maximum weight to be shown at 5,000 coverages.
2. Values of the subgrade modulus (k) are then plotted.
3. Additional load lines for the incremental values of weight are then drawn on the basis of the subgrade modulus curves already established.
4. The permanent scale for the rigid-pavement thickness is then placed. Lines for other than 5,000 coverages are established based on the aircraft pass-to-coverage ratio.

The ACN/PCN system (Section 7.10) as referenced in ICAO Annex 14, "Aerodromes," 3rd Edition, July 1999, provides a standardized international airplane/pavement rating system replacing the various S, T, TT, LCN, AUW, ISWL, etc., rating systems used throughout the world. ACN is the Aircraft Classification Number and PCN is the Pavement Classification Number. An aircraft having an ACN equal to or less than the PCN can operate on the pavement subject to any limitation on the tire pressure. Numerically, the ACN is two times the derived single-wheel load expressed in thousands of kilograms, where the derived single wheel load is defined as the load on a single tire inflated to 181 psi (1.25 MPa) that would have the same pavement requirements as the aircraft. Computationally, the ACN/PCN system uses the PCA program PDILB for rigid pavements and S-77-1 for flexible pavements to calculate ACN values. The method of pavement evaluation is left up to the airport with the results of their evaluation presented as follows:

PCN	PAVEMENT TYPE	SUBGRADE CATEGORY	TIRE PRESSURE CATEGORY	EVALUATION METHOD
	R = Rigid F = Flexible	A = High B = Medium C = Low D = Ultra Low	W = No Limit X = To 254 psi (1.75 MPa) Y = To 181 psi (1.25 MPa) Z = To 73 psi (0.5 MPa)	T = Technical U = Using Aircraft

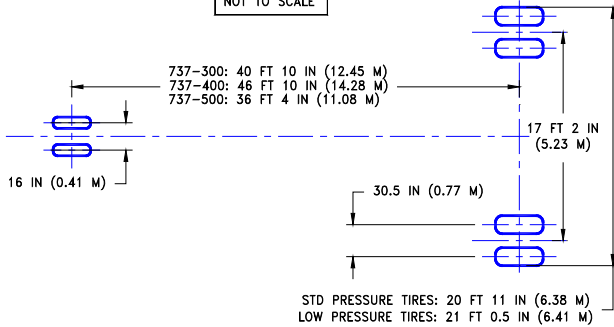
ACN values for flexible pavements are calculated for the following four subgrade categories:

- Code A - High Strength - CBR 15
- Code B - Medium Strength - CBR 10
- Code C - Low Strength - CBR 6
- Code D - Ultra Low Strength - CBR 3

ACN values for rigid pavements are calculated for the following four subgrade categories:

- Code A - High Strength, $k = 550 \text{ pci (150 MN/m}^3\text{)}$
- Code B - Medium Strength, $k = 300 \text{ pci (80 MN/m}^3\text{)}$
- Code C - Low Strength, $k = 150 \text{ pci (40 MN/m}^3\text{)}$
- Code D - Ultra Low Strength, $k = 75 \text{ pci (20 MN/m}^3\text{)}$

DRAWING
NOT TO SCALE



		737-300		737-400			737-500	
MAXIMUM DESIGN TAXI WEIGHT	LB	125,000 TO 140,000		139,000	143,000	144,000	150,500	116,000 TO 134,000
	KG	56,699 TO 63,503		63,049	64,864	65,317	68,266	52,617 TO 60,781
PERCENT OF WEIGHT ON MAIN GEAR	SEE SECTION 7.4							

STANDARD TIRES AND BRAKES

NOSE GEAR TIRE SIZE	IN	27 x 7.75 - 15 10 PR		27 x 7.75 - 15 12 PR			27 x 7.75 - 15 12 PR
	NOSE GEAR TIRE PRESSURE	PSI	166	171	172	173	177
KG/CM ²		11.67	12.02	12.09	12.16	12.44	13.08
MAIN GEAR TIRE SIZE	IN	H40 x 14.5 - 19 24 PR		H40 x 14.5 - 19 26 PR		H42 x 16 - 19 26 PR	H40 x 14.5 - 19 24 PR
	MAIN GEAR TIRE PRESSURE (1)	PSI	180 TO 201	203	209	211	185
KG/CM ²		12.65 TO 14.13	14.27	14.69	14.83	13.00	11.95 TO 13.64

LOW PRESSURE TIRES

NOSE GEAR TIRE SIZE	IN	24 x 7.75 - 15 10 PR		24 x 7.75 - 15 12 PR				24 x 7.75 - 15 12 PR
	NOSE GEAR TIRE PRESSURE	PSI	166	171	172	173	(NA)	186
KG/CM ²		11.67	12.02	12.09	12.16	(NA)	13.08	
MAIN GEAR TIRE SIZE	IN	H42 X 16 - 19 24 PR		H42 X 16 - 19 24 PR		(NA)	H42 X 16 - 19 24 PR	
	MAIN GEAR TIRE PRESSURE (1)	PSI	152 TO 170	171	176	177	(NA)	144 TO 164
KG/CM ²		10.69 TO 11.95	12.02	12.37	12.44	(NA)	10.12 TO 11.53	

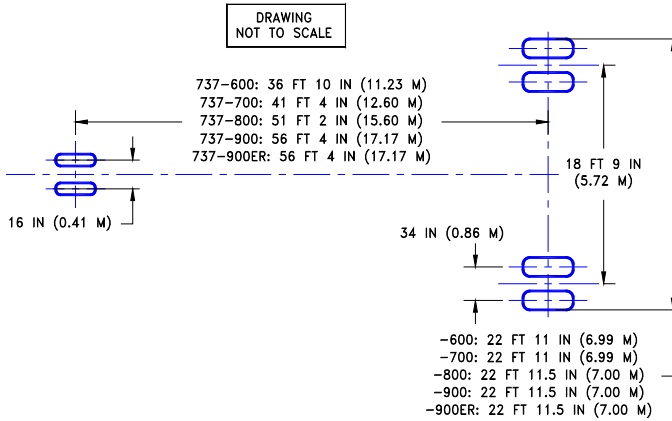
NOTE: (1) SEE SEC 7.11 - TIRE INFLATION CHART, FOR TIRE PRESSURES AT INTERMEDIATE WEIGHTS.

7.2.4 LANDING GEAR FOOTPRINT

MODEL 737-300, -400, -500

D6-58325-6

FEBRURAY 2006 435



MAXIMUM DESIGN	UNITS	737-600	737-700	737-800	737-900	737-900ER
	LB	124,500 THRU 145,000	133,500 THRU 155,000	156,000 THRU 174,700	164,500 THRU 174,700	164,500 THRU 188,200
TAXI WEIGHT	KG	56,472 THRU 65,771	60,554 THRU 70,307	70,760 THRU 79,242	74,616 THRU 79,242	74,616 THRU 85,366
NOSE GEAR TIRE SIZE	IN.	27 x 7.7 - 15 12 PR			27 x 7.75 - 15 12 PR	27 x 7.75 - 15 12 PR
NOSE GEAR TIRE PRESSURE	PSI	206	205	185	185	185
	KG/CM ²	14.50	14.44	13.03	13.03	13.03
MAIN GEAR TIRE SIZE	IN.	H43.5 x 16.0 - 21 24PR OR 26 PR	H43.5 x 16.0 - 21 26 PR	H44.5 x 16.5 - 21 28 PR	H44.5 x 16.5 - 21 28 PR	H44.5 x 16.5 - 21 30 PR
MAIN GEAR TIRE PRESSURE	PSI	182 THRU 205	197THRU 205	204 THRU 205	204 THRU 205	205 THRU 220
	KG/CM ²	12.80 THRU 14.41	13.85 THRU 14.41	14.39 THRU 14.41	14.34 THRU 14.41	14.41 THRU 15.47

OPTIONAL TIRES

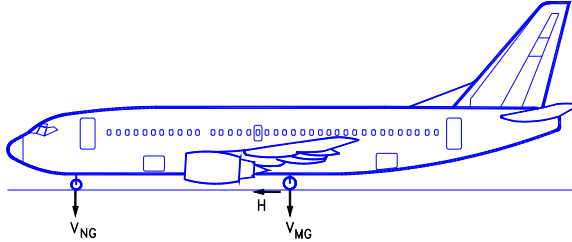
MAIN GEAR TIRE SIZE	IN.	H44.5 x 16.5 - 21 28PR (1)	H44.5 x 16.5 - 21 28PR	NOT AVAILABLE	NOT AVAILABLE	NOT AVAILABLE
MAIN GEAR TIRE PRESSURE	PSI	168 THRU 205	179 THRU 205	NOT AVAILABLE	NOT AVAILABLE	NOT AVAILABLE
	KG/CM ²	11.81THRU 14.41	12.59 THRU 14.41	NOT AVAILABLE	NOT AVAILABLE	NOT AVAILABLE

NOTE: (1) H44.5 x 16.5 - 21 28PR TIRE CERTIFICATED ON 737-600 UP TO 144,000 LB (65,317 KG)

7.2.5 LANDING GEAR FOOTPRINT

MODEL 737-600, -700, -800, -900, -900ER WITH AND WITHOUT WINGLETS

V_{NG} = MAXIMUM VERTICAL NOSE GEAR GROUND LOAD AT MOST FORWARD CENTER OF GRAVITY
 V_{MG} = MAXIMUM VERTICAL MAIN GEAR GROUND LOAD AT MOST AFT CENTER OF GRAVITY
 H = MAXIMUM HORIZONTAL GROUND LOAD FROM BRAKING
 NOTE: ALL LOADS CALCULATED USING AIRPLANE MAXIMUM DESIGN TAXI WEIGHT



MODEL	UNITS	MAXIMUM DESIGN TAXI WEIGHT	V_{NG}		V_{MG} PER STRUT AT MAX LOAD AT STATIC AFT C.G.	H PER STRUT	
			STATIC AT MOST FWD C.G.	STATIC + BRAKING 10 FT/SEC ² DECEL		STEADY BRAKING 10 FT/SEC ² DECEL	AT INSTANTANEOUS BRAKING ($\mu=0.8$)
737-300	LB	125,000	154,000	22,700	58,300	19,400	46,600
	KG	56,700	69,854	10,297	26,445	8,800	21,138
737-300	LB	130,500	15,300	23,100	60,600	20,300	48,500
	KG	59,194	6,940	10,478	27,488	9,208	21,999
737-300	LB	135,500	15,200	23,400	62,200	21,000	49,800
	KG	61,462	6,895	10,614	28,214	9,526	22,589
737-300	LB	137,500	15,600	24,300	63,200	21,400	50,500
	KG	62,370	7,076	11,022	28,667	9,707	22,907
737-300	LB	139,000	15,600	24,400	63,600	21,600	50,900
	KG	63,050	7,076	11,068	28,849	9,798	23,088
737-300	LB	140,000	14,500	23,400	63,600	21,700	50,900
	KG	63,504	6,577	10,614	28,849	9,843	23,088
737-400	LB	139,000	15,900	23,000	64,900	21,600	51,900
	KG	63,050	7,212	10,433	29,438	9,798	23,542
737-400	LB	143,000	16,000	20,800	67,100	22,200	53,700
	KG	64,864	7,258	9,435	30,436	10,070	24,358
737-400	LB	144,000	12,200	19,700	66,900	22,400	56,500
	KG	65,318	5,534	8,936	30,346	10,161	25,628
737-400	LB	150,500	16,500	24,400	70,600	23,400	56,500
	KG	68,266	7,484	11,068	32,024	10,614	25,628
737-500	LB	116,000	17,100	25,000	53,700	18,000	42,900
	KG	52,617	7,757	11,340	24,358	8,165	19,459
737-500	LB	125,000	17,300	25,800	57,700	19,400	46,200
	KG	56,700	7,847	11,703	26,173	8,800	20,956
737-500	LB	134,000	17,300	26,400	61,800	20,800	49,400
	KG	60,781	7,847	11,975	28,032	9,435	22,407

7.3.2 MAXIMUM PAVEMENT LOADS

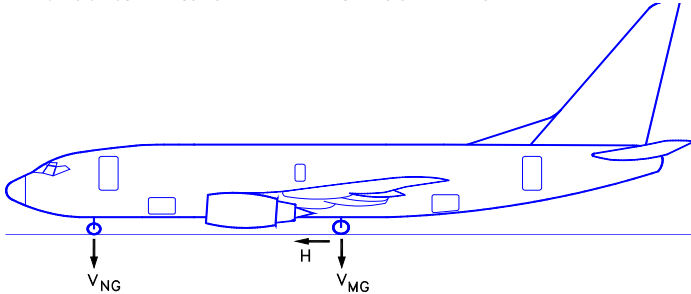
MODEL 737-300, -400, -500

V_{NG} = MAXIMUM VERTICAL NOSE GEAR GROUND LOAD AT MOST FORWARD CENTER OF GRAVITY

V_{MG} = MAXIMUM VERTICAL MAIN GEAR GROUND LOAD AT MOST AFT CENTER OF GRAVITY

H = MAXIMUM HORIZONTAL GROUND LOAD FROM BRAKING

NOTE: ALL LOADS CALCULATED USING AIRPLANE MAXIMUM DESIGN TAXI WEIGHT



MODEL	UNITS	MAXIMUM DESIGN TAXI WEIGHT	V_{NG}		V_{MG} PER STRUT AT MAX LOAD AT STATIC AFT C.G.	H PER STRUT	
			STATIC AT MOST FWD C.G.	STATIC + BRAKING 10 FT/SEC ² DECEL		STEADY BRAKING 10 FT/SEC ² DECEL	AT INSTANTANEOUS BRAKING ($\mu=0.8$)
737-600	LB	124,500	16,839	26,489	58,333	19,298	46,666
	KG	56,472	7,638	12,015	26,459	8,708	21,167
737-600	LB	144,000	19,020	30,180	66,708	22,320	53,366
	KG	65,317	8,627	13,689	30,258	10,124	24,206
737-600	LB	145,000	19,000	30,236	66,454	22,475	53,163
	KG	65,771	8,618	13,715	30,143	10,194	24,114
737-700	LB	133,500	17,558	26,711	63,000	20,692	50,400
	KG	60,554	7,963	12,116	28,576	9,386	22,861
737-700	LB	153,500	18,740	29,265	71,482	23,792	57,185
	KG	69,626	8,500	13,274	32,424	10,792	25,939
737-700	LB	155,000	16,925	27,552	71,060	24,025	56,847
	KG	70,307	7,677	12,497	32,232	10,898	25,785
737-800	LB	156,000	16,770	25,510	75,062	24,180	60,050
	KG	70,750	7,607	11,571	34,047	10,968	27,442
737-800	LB	173,000	17,059	26,752	82,143	26,815	65,715
	KG	78,471	7,738	12,134	37,259	12,163	29,808
737-800	LB	174,700	15,100	24,886	81,730	27,078	65,384
	KG	79,242	6,849	11,279	37,060	12,282	29,658
737-900	LB	164,500	14,998	23,369	78,962	25,498	63,169
	KG	74,616	6,803	10,600	35,817	11,566	28,653
737-900	LB	174,700	14,155	23,045	81,743	27,078	65,394
	KG	79,242	6,421	10,453	37,078	12,282	29,662
737-900ER	LB	188,200	15,206	24,810	88,993	29,227	71,194
	KG	85,366	6,897	11,254	40,367	13,257	32,293

7.3.3 MAXIMUM PAVEMENT LOADS

MODEL 737-600, -700, -800, -900, -900ER WITH AND WITHOUT WINGLETS

7.10 ACN/PCN Reporting System: Flexible and Rigid Pavements

To determine the ACN of an aircraft on flexible or rigid pavement, both the aircraft gross weight and the subgrade strength category must be known. In the chart in Section 7.10.1, for an aircraft with gross weight of 80,000 lb and low subgrade strength, the flexible pavement ACN is 19.5. In Section 7.10.20, for the same gross weight and subgrade strength, the rigid pavement ACN is 20.6.

Note: An aircraft with an ACN equal to or less than the reported PCN can operate on that pavement subject to any limitations on the tire pressure.

The following table provides ACN data in tabular format similar to the one used by ICAO in the “Aerodrome Design Manual Part 3, Pavements”. If the ACN for an intermediate weight between maximum taxi weight and the empty weight of the aircraft is required, Figures 7.10.1 through 7.10.38 should be consulted.

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.

WARR AD 2.1 AERODROME LOCATION INDICATOR AND NAME**WARR – SURABAYA / Juanda****WARR AD 2.2 AERODROME GEOGRAPHICAL AND ADMINISTRATIVE DATA**

ARP Coordinates and Site at AD.....	07 23 01 S 112 46 48 E
Direction and Distance From (City).....	15 KM S E
Elevation / Reference Temperature.....	11 ft / 32°C
MAG VAR / Annual Change.....	1° 05' East (2015)
AD Administration.....	PT. Angkasa Pura I (Persero)
Address.....	Juanda Airport Surabaya 61235 1A
Telephone.....	(031) 2986501 (General Manager) (031) 2986505 (Airport Duty Officer) (031) 2986200 (Center Telephone T1) (031) 2986700 (Center Telephone T2)
Telefax.....	(031) 8667506, 8671171 (APP), 8688536 (Briefing Office)
Telex.....	NIL
E-mail.....	sub@angkasapura1.co.id, sub@airnavindonesia.co.id
AFTN.....	WARRYOYE
Type of Traffic Permitted.....	IFR and VFR
Remarks.....	NIL

WARR AD 2.3 OPERATIONAL HOURS

AD Administration.....	H – 24
Customs and Immigration.....	MON – SUN 2300 – 1700
Health and Sanitation.....	MON – FRI 0100 – 0900
AIS Briefing Office.....	MON – SUN 2300 – 1700
ATS Reporting Office.....	MON – SUN 2300 – 1700
MET Briefing Office.....	MON – SUN 2300 – 1700
ATS.....	MON – SUN 2300 – 1700
Fuelling.....	MON – SUN 2300 – 1700
Handling.....	MON – SUN 2300 – 1700
Security.....	H – 24
De-Icing.....	NIL
Remarks.....	Outside Operating Hours On Request 24 Hours Prior Notice.

WARR AD 2.4 HANDLING SERVICE AND FACILITIES

Cargo Handling Facilities.....	Push Back Tractor : 18 / 50 / 60 Ton Fork Lift = 4500 kg High Loader = 18000 lbs Belt Loader = 1000 kgs
Fuel/Oil/Type.....	AVTUR (Jet A1), OIL - W100
Fuelling Facilities / Capacity.....	22 Hydrant Valves, 6 Servicers, 8000 KL (4 storage tank)
De-Icing Facilities.....	NIL
Hangar Space for Visiting Aircraft.....	O/R AVBL for: C212, F27, F28, B737, CN235, F100, A300
Repair Facilities for Visiting Aircraft.....	O/R and For Minor Repair
Remarks.....	NIL

WARR AD 2.5 PASSENGER FACILITIES

Hotels.....	Available
Restaurant.....	Available
Transportation.....	Taxi, Car Rent, Airport Bus, Airport Shuttle Bus (T1-T2)
Medical Facilities.....	First AID at Aerodrome Hospital in Town
Bank and Post Office.....	Available
Tourist Office.....	Available
Remarks.....	NIL

WARR AD 2.6 RESCUE AND FIRE FIGHTING

AD Category for Fire Fighting.....	Category VIII
Rescue Equipment.....	Foam Tender type 1/F1(12.500L) = 1 Car Foam Tender type 1/F2 (12.000L) = 1 Car Foam Tender type 1/F3 (11.350L) = 1 Car Foam Tender type 2/F4 (9000L) = 1 Car Nurse Tender type 4 (4000L) = 1 Car Rescue Car (RIV) DCP 250 kg = 1 Car Rubber Boat = 1 Car Ambulance (A1,A2,A3) = 3 Cars Commando Car (C1)/Main station = 1 Car Commando Car (C2)/Sub Station = 1 Car Utility Car = 1 Car Bird Strike Car = 1 Car
Capability for Removal of Disabled Aircraft....	NIL
Remarks.....	Salvage Team Available

WARR AD 2.7 SEASONAL AVAILABILITY CLEARING

Type of Clearing Equipment.....	RWY Sweeper
Clearance.....	RWY, TWY, APRON
Remarks.....	NIL

WARR AD 2.8 APRONS, TAXIWAYS AND CHECK LOCATION DATA**APRON SURFACE AND STRENGTH****NORTH APRON (Terminal 1)**

Surface	= RIGID
Strength	= PCN 98 R/C/X/T
Dimension	= 152 x 1229.7 M

SOUTH APRON (Terminal 2)

Parking Stand A1 – A5	
Surface	= RIGID
Strength	= PCN 73 R/C/X/U
Dimension	= 120 X 195 M

Parking push back Aircraft

Surface	= RIGID
Strength	= PCN 73 R/C/X/U
Dimension	= 30 X 34.81 M

Parking Stand A6 – A8	
Surface	= RIGID
Strength	= PCN 73 R/C/X/U
Dimension	= 135 X 200 M
Parking Stand A9 – A14	
Surface	= RIGID
Strength	= PCN 73 R/C/X/U
Dimension	= 130 X 298 M
WEST ALARM	No parking use for aircraft
Surface	= Asphalt Concrete
Strength	= PCN 75 F/D/X/T
Dimension	= 81.20 X 223 m
EAST ALARM	Using for ISOLATED AREA
Surface	= Asphalt Concrete
Strength	= PCN 75 F/D/X/T
Dimension	= 120 X 195 m

TAXIWAY WIDTH, SURFACE, AND STRENGTH

NORTH TAXIWAYS WIDTH, SURFACE AND STRNGTH

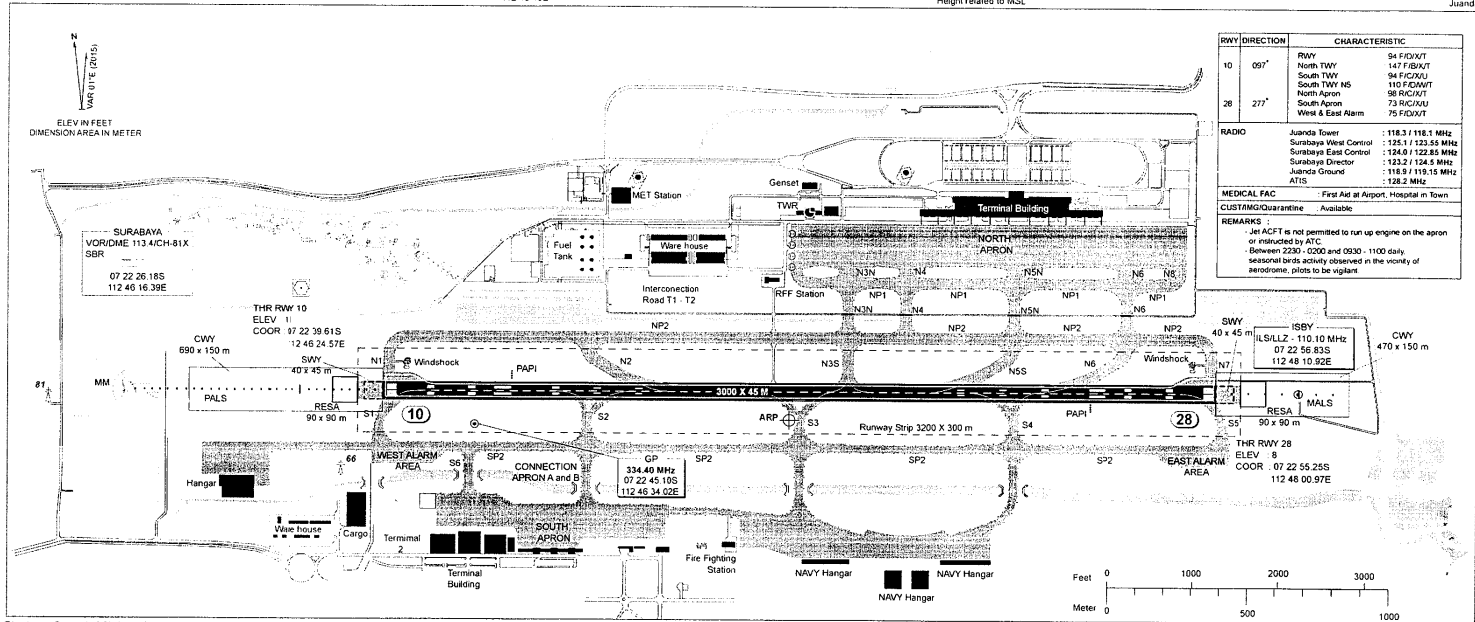
TWY N1	= 26.5 x 203.75 M
TWY N2	= 30 x 285.75 M
TWY N3S	= 30 x 154.5 M
TWY N3N	= 30 x 235 M
TWY N4	= 30 x 220 M
TWY N5S	= 30 x 266 M
TWY N5N	= 30 x 285.75 M
TWY N6	= 30 x 535.80 M
TWY N7	= 30 x 203.75 M
TWY N8	= 26 x 26 M
TWY NP1	= 23 x 1421 M
TWY NP2	= 30 x 2853.5 M
ALL SURFACE STRENGTH EXCEPT N5S	= Asphalt, 147 F/B/X/T
SURFACE & PCN N5S	= Asphalt, 110 F/D/W/T

AIP INDONESIA - (VOL II)
AERODROME CHART - ICAO

ARP
07 23 01S
112 46 48E

AD ELEV 11 ft
Height related to MSL

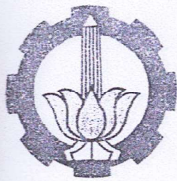
WARR AD 2.24.1
SURABAYA
Juanda



RWY	DIRECTION	CHARACTERISTIC
10	097°	RWY 94 FIDOUT 147 FIDOUT North TWY 94 FICZAU South TWY HS 110 FIDAMT North Apron 86 RUCZAT South Apron 75 RUCZAU West & East Alarm
28	277°	Juanda Tower : 118.3 / 118.3 MHz Surabaya West Control : 125.1 / 123.55 MHz Surabaya East Control : 124.9 / 122.85 MHz Surabaya Director : 123.2 / 124.5 MHz Juanda Ground : 118.9 / 119.15 MHz ATIS : 128.2 MHz
MEDICAL FAC		First Aid at Airport, Hospital in Town
CUSTOMS/Quarantine		Available
REMARKS :		
Jet ACFT is not permitted to run up engine on the apron or enclaved by ATC Between 2230 - 0200 and 0930 - 1100 daily seasonal birds actively observed in the vicinity of aerodrome, pilots to be vigilant		

Directorate General of Civil Aviation, Indonesia

AMDT 46
24 DEC 15



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL LABORATORIUM TRANSPORTASI DAN GEOTEKNIK

Kampus ITS Manyar, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
Telp : 031 5981006, 5947637 , Fax : 031 5981006
Email : labtransgeo.its@gmail.com

PERCOBAAN C.B.R.

Proyek : Perencanaan Pekerjaan Konstruksi Taxiway Paralel N1 - N7
 Contoh No. : 2 (Dua)
 Macam Tanah : Pasir Berlanau Berlempung
 Lokasi : N 1 - TP 3

JENUH/ TIDAK JENUH

Swelling:

Tanggal	27/3/2017	28/3/2017	29/3/2017	30/3/2017
Jam	14:25	14:25	14:25	14:25
Pembacaan	8.43	8.55	8.57	8.57
Perubahan	-	0.12	0.02	0.00

Pembacaan: (Kalibrasi Alat = 1.571)

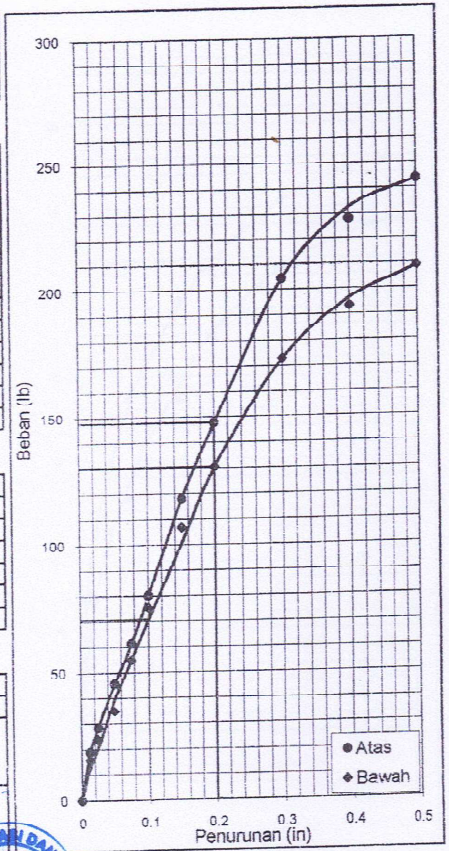
Penurunan (in)	Pembacaan arloji		Beban (lb)	
	Atas	Bawah	Atas	Bawah
0.01250	12	10	19	16
0.025	18	15	28	24
0.05	29	22	46	35
0.075	39	35	61	55
0.10	51	48	80	75
0.15	75	68	118	107
0.20	94	83	148	130
0.30	130	110	204	173
0.40	145	123	228	193
0.50	155	133	244	209

Kadar air:

	Sebelum	Sesudah
Tanah basah + krus		
Tanah kering + krus		
Krus		
Air		
Tanah kering		
Kadar air %		

CBR:

	Harga C.B.R. %	
	0.1*	0.2*
Atas	80.12 ----- x 100 = 3000 2.67	147.67 ----- x 100 = 4500 3.28
Bawah	70.70 ----- x 100 = 3000 2.36	130.39 ----- x 100 = 4500 2.90



PERHITUNGAN SETTLEMENT AKIBAT BEBAN TOTAL TITIK N1

DATA TANAH										PENURUNAN AKIBAT TIMBUNAN						AKIBAT PAVEMENT & PESAWAT				SETTLEMENT AKIBAT BEBAN TOTAL									
cedlanaan	teba laplisan	Z	eo	Cc	Cs	γsat	γt	γ'	Pc	a/z	b/z	α ₁	α ₂	α ₀	ΔP	2ΔP	(x/z)	(y/z)	l	q	Δp	Po	pc/po	Δp total	Po+Δp	OC/NC	Rumus	Sc1	Sc total
m	m	m	m	m	m	t/m3	t/m3	t/m3	t/m2			'	*						(kuva)	(l,q)		t/m2	t/m2		kontrol	kontrol	m	m	
1	1	0,5	1,176	0,425	0,061	2,212	2,212	1,212	13,930	4,00	58,000	0,064	89,012	2,212	1,106	2,212	116,00	"	0,25	18,668	4,667	1,106	12,595	6,879	7,935	OC	rumus 2	0,0240	0,024
2	1	1,5	1,176	0,425	0,061	1,735	1,703	0,735	13,930	1,32	19,333	0,191	87,039	2,212	1,106	2,212	38,67	"	0,25	18,668	4,667	2,580	5,400	6,879	9,439	OC	rumus 2	0,0157	0,040
3	1	2,5	1,176	0,425	0,061	1,735	1,703	0,735	13,930	3,80	11,600	0,116	85,073	2,212	1,106	2,211	23,20	"	0,25	18,668	4,667	3,315	4,202	6,879	10,154	OC	rumus 2	0,0136	0,053
4	1	3,5	1,176	0,425	0,061	1,735	1,703	0,735	13,930	3,57	8,286	0,440	83,118	2,212	1,105	2,211	16,57	"	0,25	18,668	4,667	4,050	3,439	6,878	10,928	OC	rumus 2	0,0120	0,065
5	1	4,5	1,176	0,425	0,061	1,735	1,703	0,735	13,930	3,44	6,444	0,561	81,180	2,212	1,104	2,209	12,89	"	0,25	18,668	4,667	4,786	2,311	6,876	11,662	OC	rumus 2	0,0108	0,076
6	1	5,5	1,127	0,689	0,058	1,764	1,740	0,764	12,740	3,36	5,273	0,478	79,261	2,212	1,103	2,206	10,55	"	0,25	18,668	4,667	4,800	2,554	6,873	11,674	OC	rumus 2	0,0178	0,094
7	1	6,5	1,127	0,689	0,058	1,764	1,740	0,764	12,740	3,31	4,462	0,791	77,367	2,212	1,101	2,203	8,92	"	0,25	18,668	4,667	6,300	2,322	6,870	13,170	OC	rumus 2	0,0148	0,109
8	1	7,5	1,127	0,689	0,058	1,764	1,740	0,764	12,740	3,27	3,857	0,900	75,500	2,212	1,099	2,198	7,73	"	0,25	18,668	4,667	7,064	1,303	6,865	13,920	OC	rumus 2	0,0134	0,122
9	1	8,5	1,127	0,689	0,058	1,764	1,740	0,764	12,740	3,24	3,412	1,003	73,664	2,212	1,096	2,193	6,82	"	0,25	18,668	4,667	7,829	1,527	6,860	14,688	OC	rumus 2	0,0126	0,135
10	1	3,5	1,614	0,690	0,059	1,596	1,592	0,596	14,720	0,21	3,053	1,100	71,862	2,212	1,093	2,185	6,11	"	0,25	18,668	4,667	8,509	1,730	6,852	15,361	OC	rumus 2	0,0097	0,145
11	1	10,5	1,614	0,690	0,059	1,596	1,592	0,596	14,720	0,19	2,762	1,192	70,096	2,212	1,088	2,177	5,52	"	0,25	18,668	4,667	9,105	1,517	6,844	15,949	OC	rumus 2	0,0092	0,154
12	1	11,5	1,614	0,690	0,059	1,596	1,592	0,596	14,720	0,17	2,522	1,278	68,369	2,212	1,084	2,167	5,04	"	0,25	18,668	4,667	9,701	1,517	6,834	15,535	OC	rumus 2	0,0087	0,163
13	1	12,5	1,614	0,690	0,059	1,596	1,592	0,596	14,720	0,16	2,320	1,357	66,682	2,212	1,078	2,156	4,64	"	0,25	18,668	4,667	10,297	1,430	6,823	17,120	OC	rumus 2	0,0083	0,171
14	1	13,5	1,478	0,690	0,090	1,648	1,653	0,648	11,280	0,15	2,148	1,430	65,037	2,212	1,072	2,143	4,30	"	0,25	18,668	4,667	10,919	1,193	6,810	17,729	OC	rumus 2	0,0076	0,179

WAKTU PENURUNAN N1										
$T_{90} = 1,781 - 0,933 \log(100 - U\%)$	HDR (2 arah)	Cv	H/Cv ^{0,5}	Cv Gab (m2/th)	$t_{90} = (T(HDR^2) / Cv)$	waktu penurunan	U	Tv	t	Sc
U ₉₀ %	m	cm2/dt		H ² /(H/Cv ^{0,5}) ²	tahun	bulan	(%)		(tahun)	(m)
0,848	7	0,00040	35000	0,86325	48,134	577,612	10	0,008	0,45	0,018
		0,00040	35000				20	0,031	1,76	0,036
		0,00040	35000				30	0,071	4,03	0,054
		0,00040	35000				40	0,126	7,15	0,071
		0,00040	35000				50	0,197	11,18	0,089
		0,00040	35000				60	0,287	16,29	0,107
		0,00040	35000				70	0,403	22,88	0,125
		0,00040	35000				80	0,567	32,18	0,143
		0,00070	26458				90	0,848	48,13	0,161
		0,00070	26458				100	∞	∞	0,179
		0,00070	26458							
		0,00040	35000							



Form AK/TA-04
rev01

PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil It.2, Kampus ITS Sukotilo, Surabaya 601111

Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



NAMA PEMBIMBING	: Ir. ERVINA AHYUDANARI, MG, P.HD
NAMA MAHASISWA	: PENUGA HERMAWAN
NRP	: 03111695000042
JUDUL TUGAS AKHIR	: PERENCANAAN PERKERASAN TAXIWAY TERHADAP BEBAN LAMA BERHENTI PESAWAT TERMINAL I BANDAR UDARA INTERNASIONAL JUANDA
TANGGAL PROPOSAL	: 26 Januari 2018
NO. SP-MMTA	: 020246/IT2.VI.4.1/PP.05.02.00/2018

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1.	22/3 2018	<ul style="list-style-type: none"> - Merubah Metodologi - Tidak ada hubungan waktu antrian pesawat - Hanya mengevaluasi ACN dan PCN 	<ul style="list-style-type: none"> - Ketap nubi ACN y semua pesawat yg beroperasi - Pahami pengertian ACN PCN - Minta data PCN ke Ap 1 	
2.	2/4 2018	<ul style="list-style-type: none"> - Menghitung kembali ACN dengan link yg telah diberi 		
3.	11/4 2018	<ul style="list-style-type: none"> - Membuat Diagram Space Time untuk keberangkatan dan kedatangan - Referensi buku Horomjeff, bagian Runway Capacity 	<ul style="list-style-type: none"> - Pahami konsep time space diagram dan gambarkan tahapan pembuatan t.s.d. - Pahami term untuk variabel apa saja yang berpengaruh 	
4.	20/4 2018	<ul style="list-style-type: none"> - Pelajari cara perhitungan diagram Space Time 		



Form AK/TA-04
rev01

PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil Lt.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111
Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



NAMA PEMBIMBING	: Ir. ERVINA AHYUDANARI. ME, Ph.D
NAMA MAHASISWA	: RENGGA HERMAWAN
NRP	: 0311169500092
JUDUL TUGAS AKHIR	: Perencanaan Perkerasan Taxiway Terhadap beban Lama Berhenti Pesawat Terminal I Bandar Udara Internasional Juanda
TANGGAL PROPOSAL	: 26 Januari 2018
NO. SP-MMTA	: 020246/IT2.VI.4.1/PP.05.07.00/2018

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
	24/4/2018	- membuat grafik tipe Pesawat vs ROT dan tipe pesawat vs babat, berada di titik A (ujung Taxiway)	- cek delay yg terjadi	B
	24/5/2018	- membuat grafik lama waktu pesawat menunggu dgn tipe pesawat - Menunjukkan diagram space time	→ dibawa	B
	28/5/2018	- Pelajari peak hour - Pelajari about beban hidup pada perkerasan		B
	4/5/2018	- Membuat PCN aspal Juanda memakai COMFAA		B



Form AK/TA-04
rev01

PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil It.2, Kampus ITS Sukohilo, Surabaya 601111
Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



NAMA PEMBIMBING	: Ir. ERVINA AHYUDANARI, ME, PhD
NAMA MAHASISWA	: RENGGA HERMAWAN
NRP	: 03111645000092
JUDUL TUGAS AKHIR	: Perencanaan Perkerasan Taxiway Terhadap Beban Lama Berhenti Pesawat Terminal I Bandar Udara Internasional Juanda
TANGGAL PROPOSAL	: 26 Januari 2018
NO. SP-MMTA	: 020246 / IT2. VI. 4. 1 / PP. 05. 02. 00 / 2018

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
	11/6/2018	- Menyusun Draft TA - Pelajari Hal-hal mengenai COMFAA		[Handwritten signatures]
	23/6/2018	- Perbaiki Draft TA		
	2/6/2018	- Perbaiki Draft TA dan Presentasi PPT		

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
PROGRAM SARJANA LINTAS JALUR
 DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FTSLK – ITS

**BERITA ACARA PENYELENGGARAAN UJIAN
 SEMINAR DAN LISAN
 TUGAS AKHIR**

Pada hari ini **Selasa** tanggal **17 Juli 2018** jam **09.00 WIB** telah diselenggarakan **UJIAN SEMINAR DAN LISAN TUGAS AKHIR** Program Sarjana Lintas Jalur Departemen Teknik Sipil FTSLK-ITS bagi mahasiswa:

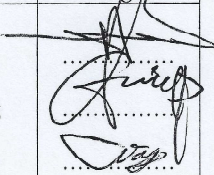
NRP	Nama	Judul Tugas Akhir
03111645000042	Rengga Hermawan	<i>Evaluasi</i> Perencanaan Perkerasan Taxiway Terhadap Lama Beban Berhenti Pesawat Terminal 1 Bandar Udara Internasional Juanda

Dengan Hasil :

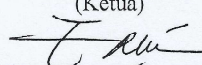
<input type="checkbox"/> Lulus Tanpa Perbaikan	<input type="checkbox"/> Mengulang Ujian Seminar dan Lisan
<input checked="" type="checkbox"/> Lulus Dengan Perbaikan	<input type="checkbox"/> Mengulang Ujian Lisan

Dengan perbaikan/penyempurnaan yang harus dilakukan adalah :

- ① Data pengamatan seharusnya dimasukkan dalam Bab 4.1.
- ② Keterangan alasan penggunaan software FAARFIELD / COMFAA.
- ③ Penyebab lama antrian apa ?
- ④ Separation antar pergerakan harap dijelaskan.
- ⑤ COMFAA / FAARFIELD dijelaskan.
- ⑥ Eksisting perkerasan harus dijelaskan.
- ⑦ Perhatikan ~~sewa~~ penulisan waktu antrian.

Tim Penguji (Anggota)	Tanda Tangan
Ir. Hera Widyastuti, MT. PhD	
Dr. Catur Arif Prastyanto, ST. M.Eng	
Ir. Wahyu Herijanto, MT	

Surabaya, 17 Juli 2018
 Dosen Pembimbing I
 (Ketua)


Ir. Ervina Ahvudanari, ME, PhD

Dosen Pembimbing 2
 (Sekretaris)

Dosen Pembimbing 3
 (Sekretaris)

BIODATA PENULIS

BIODATA PENULIS



Rengga Hermawan,
Penulis dilahirkan di Sawahlunto 3 April 1994, merupakan anak pertama dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN 21 Lawang Kidul (Sumatera Selatan), SMP Negeri 2 Lawang Kidul (Sumatera Selatan), SMA Negeri 1 Muara Enim (Sumatera Selatan). Setelah lulus dari SMAN 1 Muara Enim tahun 2009, Penulis mengikuti ujian masuk Diploma UNDIP dan diterima di Jurusan Diploma III Teknik Sipil FT-UNDIP pada tahun

2009. Di Jurusan Teknik Sipil ini penulis mengambil bidang studi Transportasi. Penulis pernah aktif dalam beberapa kegiatan seminar yang diselenggarakan oleh kampus UNDIP selama menjadi mahasiswa. Kemudian setelah lulus dari Diploma III Teknik Sipil FT-UNDIP, penulis mengikuti ujian masuk Program S1 Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil FTSLK-ITS dan diterima di Program S1 Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil FTSLK-ITS pada tahun 2016 dan terdaftar dengan NRP 3116105042.

Contact Person:

Email : rengga.hermawan@yahoo.co.id