



TUGAS AKHIR – RC-184803

**PERENCANAAN PERKERASAN DAN GEOMETRI
RUNWAY 3 BANDARA INTERNASIONAL
SOEKARNO-HATTA DENGAN PESAWAT
RENCANA AIRBUS BELUGA XL MENGGUNAKAN
COMFAA DAN FAARFIELD.**

RIVA RIZKI RAMADHANI
NRP 03111745000044

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

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019



TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PERKERASAN DAN GEOMETRIK *RUNWAY 3* BANDARA INTERNASIONAL SOEKARNO-HATTA DENGAN PESAWAT RENCANA AIRBUS BELUGA XL MENGGUNAKAN COMFAA DAN FAARFIELD.

RIVA RIZKI RAMADHANI
NRP 0311174500044

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

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019



FINAL PROJECT

**PAVEMENT AND GEOMETRY DESIGN OF
RUNWAY 3 SOEKARNO-HATTA INTERNATIONAL
AIRPORT FOR AIRBUS BELUGA XL USING
COMFAA AND FAARFIELD.**

RIVA RIZKI RAMADHANI
NRP 0311174500044

Supervisor :
Ir. Ervina Ahyudanari, ME, Ph.D

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
Faculty of Civil, Environment, and Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019

**PERENCANAAN PERKERASAN DAN GEOMETRI
RUNWAY 3 BANDARA INTERNASIONAL
SOEKARNO-HATTA DENGAN PESAWAT
RENCANA AIRBUS BELUGA XL MENGGUNAKAN
COMFAA DAN FAARFIELD.**

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 :

RIVA RIZKI RAMADHANI

NRP. 03111745000044

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :



1. Ir. Ervina Ahyudanari, ME, Ph.D.....(Pembimbing 1)
NIP. 196902241995122001

**SURABAYA
JULI, 2019**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**PERENCANAAN PERKERASAN DAN GEOMETRI
RUNWAY 3 BANDARA INTERNASIONAL SOEKARNO-
HATTA DENGAN PESAWAT RENCANA AIRBUS
BELUGA XL MENGGUNAKAN COMFAA DAN
FAARFIELD**

Nama Mahasiswa : Riva Rizki Ramadhani
NRP : 03111745000044
Departemen : Teknik Sipil FTSLK-ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Ervina Ahyudanari, ME, Ph.D

ABSTRAK

Pengguna transportasi udara penerbangan komersil di Indonesia semakin meningkat setiap tahunnya, bertolak belakang dengan penerbangan kargo di Indonesia justru semakin melemah. Dengan adanya permasalahan ini penerbangan kargo di Indonesia ingin ditingkatkan, seiring dengan peningkatannya harus diimbangi dengan sarana dalam penerimaan pesawat kargo. Beluga XL merupakan salah satu pesawat kargo terbaru yang dikeluarkan oleh Airbus, maka dari itu Bandara Internasional Soekarno-Hatta sebagai Bandara Internasional paling sibuk di Indonesia harus disiapkan dalam menerima pesawat kargo. Pada penelitian ini dalam merencanakan Panjang runway dilakukan menggunakan metode FAA, Lalu perhitungan Forecasting menggunakan metode regresi untuk mendapatkan kondisi 20 tahun mendatang, untuk perencanaan tebal struktur perkerasan lentur runway bandara menggunakan program bantu yaitu COMFAA dan FAARFIELD sedangkan untuk nilai PCN menggunakan program bantu COMFAA. Program bantu tersebut dikembangkan oleh FAA (Federal Aviation Administration). Hasil analisis perhitungan didapatkan panjang Runway yang dibutuhkan adalah 3000 m, dengan tebal yang dihasilkan FAARFIELD adalah sebesar 754 mm sedangkan dari program bantu COMFAA adalah sebesar 1041 mm, dan nilai PCN yang didapat dari program bantu COMFAA sebesar 81, hal ini menunjukkan Runway 3 Bandara

Internasional Soekarno-Hatta mampu menerima Airbus Beluga XL.

Kata Kunci : *Runway, Bandara Soekarno-Hatta, Cargo Aircraft, COMFAA, FAARFIELD.*

**PAVEMENT AND GEOMETRY DESIGN OF RUNWAY 3
SOEKARNO-HATTA INTERNATIONAL AIRPORT FOR
AIRBUS BELUGA XL USING COMFAA AND
FAARFIELD.**

Student Name : Riva Rizki Ramadhani
NRP : 0311174500044
Department : Teknik Sipil FTSLK-ITS
Supervisor : Ir. Ervina Ahyudanari, ME, Ph.D

ABSTRACT

Users of commercial aviation air transportation in Indonesia are increasing every year, contrary to cargo flights in Indonesia it is even weaker. With this problem, cargo flights in Indonesia want to be increased, along with the increase must be balanced with the means of delivering cargo aircraft. Beluga XL is one of the newest cargo aircraft issued by Airbus, therefore Soekarno-Hatta International Airport as the busiest International Airport in Indonesia must be prepared in receiving cargo aircraft. In this study, the planning of runway length was carried out using the FAA method. Then Forecasting calculations used the regression method to obtain the conditions for the next 20 years, for planning runway airport flexible pavement structure using auxiliary programs namely COMFAA and FAARFIELD while for PCN values using COMFAA auxiliary programs. The auxiliary program was developed by the FAA (Federal Aviation Administration). The results of the calculation analysis found that the runway length needed is 3000 m, with the thickness produced by FAARFIELD is 754 mm while the COMFAA auxiliary program is 1041 mm, and the PCN value obtained from COMFAA auxiliary program is 81, this shows Runway 3 International Airport Soekarno-Hatta was able to receive Airbus Beluga XL.

Key word : Runway, Bandara Soekarno-Hatta, Cargo Aircraft, COMFAA, FAARFIELD.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil alamin atas segala nikmat iman, kesempatan serta kekuatan yang telah diberikan Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Lintas Jalur S1 Teknik Sipil – Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan ITS Surabaya. Karena keterbatasan penulis dalam menyusun Tugas Akhir ini yang berjudul “PERENCANAAN PERKERASAN DAN GEOMETRI RUNWAY 3 BANDARA INTERNASIONAL SOEKARNO-HATTA DENGAN PESAWAT RENCANA AIRBUS BELUGA XL MENGGUNAKAN COMFAA DAN FAARFIELD”, maka penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun yang dapat dijadikan sebagai masukan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam berbagai hal sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan, yaitu kepada :

1. Ayah dan bunda tercinta, dimana pencapaian penulis sampai saat ini tentunya tidak lepas dari dukungan serta doa yang senantiasa mereka panjatkan,
2. Ibu Ervina Ahyudanari, ME, PhD, selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang selalu memberikan arahan dan saran selama bimbingan, dan memberikan teladan, serta dukungan yang berarti bagi penulis,
3. Ibu Farida, selaku dosen wali selama menjalankan studi di Teknik Sipil ITS yang senantiasa memberikan masukan dan membantu dalam perkuliahan di ITS,
4. Para Dosen departemen Teknik Sipil ITS yang senantiasa telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat dan berarti bagi penulis,

5. Teman-teman Lintas Jalur Teknik Sipil angkatan 2017 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, 2019

Riva Rizki Ramadhani

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.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
1.6 Lokasi Studi.....	6
BAB II STUDI PUSTAKA	9
2.1 Pengaruh Transportasi Udara Dalam Tatahan Sosial Ekonomi Suatu Negara.....	9
2.2 Transportasi Kargo Udara.....	9
2.3 Disain <i>Runway</i>	10
2.4 Metode Peramalan Lalu Lintas Udara.....	12
2.5 Disain Perkerasan <i>Runway</i>	14
2.6 Karakteristik Pesawat Beluga XL.....	15
2.6.1 Standart Dimensi.....	15
2.6.2 Konfigurasi Roda Pendaratan Utama.....	20
2.6.3 Berat Pesawat.....	21

BAB III METODOLOGI.....	25
3.1 Diagram Alir Penyelesaian Tugas Akhir.....	25
3.2 Identifikasi Masalah	27
3.3 Pengumpulan Data	27
3.4 Analisa Data	28
3.5 Perhitungan Panjang <i>Runway</i> Akibat Pengaruh Kondisi Lokal Bandara	28
3.6 Perhitungan <i>Forecasting</i> Lalu Lintas Udara	30
3.7 Perhitungan Tebal Perkerasan <i>Runway</i>	31
3.7.1 Komponen – Komponen Perkerasan Lentur.....	31
3.7.2. Program FAARFIELD.....	34
3.7.3. Program COMFAA.....	34
3.7.4. Menghitung Tebal Perkerasan <i>Runway</i> 3 Menggunakan FAARFIELD	35
3.7.5. Menghitung Tebal Perkerasan <i>Runway</i> 3 Menggunakan COMFAA	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	47
4.1 Perencanaan Runway	47
4.1.1 Panjang Runway	47
4.2 Peramalan (<i>Forecast</i>)	50
4.2.1 Peramalan Optimis.....	50
4.2.2 Peramalan Pesimis	57
4.2.3 Peramalan Normal	59
4.3 Distribusi Pesawat.....	60
4.4 Perencanaan Perkerasan <i>Runway</i> 3 Menggunakan Program Bantu FAARFIELD.....	63

4.4.1 Perencanaan Perkerasan tanpa Airbus BelugaXL...	66
4.4.2 Perencanaan Perkerasan dengan Airbus BelugaXL 70	
4.5 Perencanaan Perkerasan <i>Runway</i> 3 Menggunakan Program Bantu COMFAA	77
4.5.1. Kontrol ACN-PCN Airbus Beluga XL	82
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	85
5.1 Kesimpulan	85
5.2 Saran	86
DAFTAR PUSTAKA	87
LAMPIRAN	
BIODATA PENULIS	

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Lokasi Studi.....	3
Gambar 1.2 Layout Bandara International Soekarno-Hatta	7
Gambar 2.1 Aibus Beluga XL.....	17
Gambar 2.2 Dimensi Pesawat (A).....	17
Gambar 2.3 Dimensi Pesawat (B)	18
Gambar 2.4 Dimensi Pesawat (C)	18
Gambar 2.5 Beluga XL Landing Configuration.....	21
Gambar 3.1 Diagram Alir Penyelesaian Tugas Akhir.....	26
Gambar 4.1 Grafik pergerakan total pesawat 2012-2018.....	51
Gambar 4.2 Grafik total pergerakan 2012-2018 menggunakan Tipe Exponential	52
Gambar 4.3 Grafik total pergerakan 2012-2018 menggunakan Tipe Linear	53
Gambar 4.4 Grafik total pergerakan 2012-2018 menggunakan Tipe Logarithmic	53
Gambar 4.5 Grafik total pergerakan 2012-2018 menggunakan Tipe Polynomial	54
Gambar 4.6 Pergerakan Pesawat per Bulan Januari.....	57
Gambar 4.7 Rekapitulasi peramalan pada masing-masing kondisi	60
Gambar 4.8 Lokasi setiap terminal di Bandara Internasional Soekarno-Hatta.....	61
Gambar 4.9 Hasil Input Data Pesawat Rencana.....	67
Gambar 4.10 Hasil Tebal Perkerasan.....	69
Gambar 4.11 Hasil Input Data Pesawat Rencana.....	70
Gambar 4.12 Hasil Tebal Perkerasan	71
Gambar 4.13 Mendapatkan nilai Evaluation Thickness.....	73
Gambar 4.14 Input data pesawat dan perkerasan	74
Gambar 4. 15 Nilai PCN dari Ouput Program COMFAA	74

Gambar 4.16 Nilai PCN baru dari Ouput Program COMFAA ...	75
Gambar 4.17 Hasil Tebal Perkerasan untuk bahu Runway	76
Gambar 4.18 Tampilan spreedsheat COMFAA	78
Gambar 4.19 Input data struktur perkerasan dan beban lalu lintas ke program COMFAA.....	79
Gambar 4.20 Hasil kalkulasi nilai perkerasan lentur.....	80
Gambar 4.21 Grafik menentukan nilai ACN.....	82

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel perbandingan hasil penelitian untuk panjang Runway.....	11
Tabel 2.2 Tabel perbandingan hasil penelitian untuk perkerasan Runway.....	16
Tabel 4.1 Temperatur rata-rata tiap bulan tahun 2018	49
Tabel 4.2 Total Pergerakan Pesawat Tahunan	51
Tabel 4.3 Persamaan Regresi dan Koefisien Determinasi dari 4 Tipe Analisa Regresi	55
Tabel 4.4 Peramalan Pergerakan Pesawat	55
Tabel 4.5 Annual Growth Peramalan Optimis	56
Tabel 4.6 Persamaan Regresi dan Koefisien Determinasi	57
Tabel 4.7 Peramalan Tahun 2019	58
Tabel 4.8 Annual Growth Peramalan Pesimis.....	59
Tabel 4.9 Pembagian Airlines di Terminal.....	62
Tabel 4.10 Pembagian Tipe Pesawat Terhadap Runway	63
Tabel 4.11 Rata-rata Keberangkatan Pesawat	65
Tabel 4. 12 Tebal Rencana Perkerasan Runway 3	69
Tabel 4.13 Tebal Rencana Perkerasan Runway 3	71
Tabel 4.14 Tebal Rencana Baru Perkerasan Runway 3.....	72
Tabel 4.15 Input data spreadsheet	77
Tabel 4.16 Perbandingan ACN dan PCN	83

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transportasi udara mempunyai peranan yang sangat penting dalam menyediakan jasa pelayanan transportasi untuk pengangkutan manusia dan barang antara bandara asal dan tujuan, yang letaknya dalam negara itu sendiri ataupun antar negara, menggunakan transportasi udara seperti pesawat terbang ini merupakan transportasi yang efektif, efisien, cepat, aman dan nyaman. Peran transportasi udara yang lebih didominasi oleh penerbangan komersil sangat berperan dalam pengembangan ekonomi dan sosial. Perannya semakin didukung oleh peningkatan jumlah permintaan terhadap jasa penerbangan komersil penumpang di dunia, khususnya di Indonesia. Hal ini dibuktikan dengan semakin banyaknya rute dan frekuensi penerbangan niaga berjadwal. Berdasarkan data PT. Angkasa Pura II tahun 2017, penumpang pesawat udara di Indonesia mencapai 63.015.620 penumpang atau naik 8% dari tahun 2016 sebanyak 58.195.484 penumpang.

Pesatnya permintaan terhadap penerbangan komersil penumpang belum diimbangi dengan berkembangnya penerbangan kargo di Indonesia. Perkembangan bisnis pengiriman barang melalui udara yang diangkut pesawat khusus kargo di Indonesia dinilai lambat karena pemerintah cenderung lebih memperhatikan kepentingan angkutan udara penumpang¹. Berdasarkan data BPS, angkutan di Indonesia pada tahun 2017 mencapai 339.660 ton atau hanya mengalami kenaikan sebanyak 1% dari tahun sebelumnya sebesar 336.298 ton. Dengan masih lambatnya perkembangan kargo menggunakan pesawat udara, maka pembangunan perekonomian daerah tertinggal juga belum bisa optimal.

¹<http://industri.bisnis.com/read/20160927/98/587420/bisnis-kargo-udara-dalam-negeri-masih-lambat>, (10 Desember, 2018)

PT. Dirgantara Indonesia (PTDI) merupakan salah satu perusahaan dalam industri penerbangan yang masih melakukan impor. Sebagai perusahaan yang membuat dan merakit pesawat, PT. Dirgantara Indonesia membutuhkan bahan material pesawat ataupun kerangka dari pesawat itu sendiri untuk dirakit di Indonesia. Selain itu, PTDI juga telah menjadi pemasok untuk *Boeing Commercial Airplanes*, dan perjanjian ini akan memperluas kerja sama pada bidang militer². Dengan kata lain, PTDI telah dipercaya dan diakui oleh internasional akan hasil dari pekerjaannya. Kebutuhan dari PTDI yang belum terpenuhi berakibat pada lambanya produktivitas dan eksistensi perusahaan. Menurut (*IHS Markit, IATA, ICAO, BOEING, 2018*), *forecast annual growth* yang akan terjadi pada tahun 2037 adalah sebesar 4,7%. Hal ini menjadi pertanda akan semakin banyak pesawat kargo beroperasi di dunia termasuk di Indonesia.

Pesawat kargo sama halnya seperti pesawat penumpang yang mempunyai banyak tipe. *Airbus* pada tahun 2018 mengeluarkan tipe pesawat baru untuk kargo yaitu *Airbus Beluga XL*. Pesawat kargo ini di khususkan untuk membawa bahan-bahan pesawat dan juga kerangka pesawat. *Airbus Beluga XL* merupakan ekspansi dari *Airbus Beluga* untuk memperbanyak angkutan kargo dalam sekali angkut.

Menanggapi besarnya pertumbuhan kebutuhan kargo yang akan terjadi di Bandara Internasional Soekarno-Hatta, PT Angkasa Pura II (Persero) selaku pengelola bandara memiliki rencana untuk membangun Terminal 4 dan *Runway 3* di sisi utara sebagai solusi, yang dapat dilihat pada **Gambar 1.1**. Dengan pengembangan ini, diharapkan saat beroperasi penuh dapat merespon tumbuhnya permintaan akan transportasi udara di Bandara Internasional Soekarno-Hatta.

²<http://industri.bisnis.com/read/20180831/98/833722/pt-dirgantara-indonesia-dan-boeing-perkuat-kerja-sama>, (10 Desember, 2018)

menampung beban berulang yang diterima dari lalu lintas pesawat udara, diperlukan rekayasa untuk memperkecil deformasi dan peluang kerusakan. Untuk itu fasilitas infrastruktur sisi udara perlu didukung dengan perencanaan geometrik dan perkerasan.

Dalam perencanaan geometrik selain terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi, jenis pesawat juga harus di perhitungkan untuk kesesuaian geometrik runway. Pada saat ini trend industri pesawat semakin berkembang dan bervariasi mulai dari fungsi maupun dimensinya, tidak hanya geometriknya struktur perkerasannya pun harus di perhatikan.

Perencanaan geometrik dan perkerasan merupakan lingkup rekayasa yang cukup kompleks yang melibatkan pertimbangan dari beberapa variabel. Pada saat ini, perencanaan geometrik perkerasan bandar udara dapat menggunakan metode yang di keluarkan oleh FAA (*Federal Aviation Administration*), sedangkan untuk perencanaan perkerasan lentur terdapat beberapa metode dan program bantu yang juga di kembangkan oleh FAA. Beberapa program bantu yang digunakan untuk perencanaan perkerasaan bandar udara yaitu COMFAA dan FAARFIELD.

Setiap program bantu menggunakan pendekatan metode yang berbeda-beda seperti teori perbandingan ACN/PCN. Beberapa metode tersebut menyatakan titik tolak yang sedikit berbeda pada setiap program bantu. Di penelitian ini program bantu yang digunakan adalah FAARFIELD dan COMFAA, sehingga dari hasil perhitungan mungkin akan didapatkan nilai tebal perkerasan lentur yang berbeda. Oleh karena itu, hasil dari dua metode tersebut dapat dibandingkan untuk menganalisis perkerasan lentur pada landasan Bandara Internasional Soekarno-Hatta agar mampu melayani pesawat Airbus Beluga XL dalam kondisi MTOW.

1.2 Rumusan Masalah

Beberapa permasalahan yang akan ditinjau dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- 1 Bagaimana kondisi geometrik runway di Bandara Internasional Soekarno-Hatta terhadap spesifikasi pesawat rencana Airbus Beluga XL?
- 2 Bagaimana *Forecasting* untuk kondisi 20 tahun mendatang dengan kondisi optimis, pesimis dan normal?
- 3 Bagaimana pembagian komposisi pesawat yang akan menggunakan *Runway 3* Bandara Internasional Soekarno-Hatta?
- 4 Berapa tebal perkerasan landasan di Bandara Internasional Soekarno-Hatta untuk kondisi pelayanan 20 tahun mendatang menggunakan program bantu FAARFIELD dengan pesawat rencana Airbus Beluga XL?
- 5 Berapa tebal perkerasan landasan dan nilai PCN di Bandara Internasional Soekarno-Hatta untuk kondisi pelayanan 20 tahun mendatang menggunakan program bantu COMFAA dengan pesawat rencana Airbus Beluga XL?

1.3 Batasan Masalah

Dalam tugas akhir ini, perlu dibuat beberapa batasan masalah agar nantinya tidak terjadi penyimpangan dalam pembahasan. Adapun batasan-batasan tersebut adalah:

1. Tidak melakukan perbaikan tanah, karena kondisi tanah sudah baik.
2. Tidak membahas masalah drainase.
3. Tidak membahas Analisa biaya.
4. Analisis geometrik landas pacu menggunakan metode FAA, Analisis tebal perkerasan menggunakan program bantu COMFAA dan FAARFIELD
5. Panduan pemilihan material perkerasan lentur menggunakan data sekunder DED Runway 3 Bandara Internasional Soekarno-Hatta yang diperoleh dari PT. Angkasa Pura II Cabang Bandar Udara Internasional Soekarno Hatta.
6. Tidak mempertimbangkan jenis material dalam perbandingan analisis.

1.4 Tujuan Penelitian

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

- 1 Mengetahui kebutuhan panjang runway di Bandara Internasional Soekarno-Hatta untuk kondisi 20 tahun mendatang melalui peramalan volume lalu lintas penerbangan di Bandara Internasional Soekarno-Hatta.
- 2 Mengetahui peramalan terhadap Bandara Internasional Soekarno-Hatta dalam kondisi optimis, pesimis dan normal.
- 3 Mendapatkan tipe-tipe pesawat yang akan menggunakan *runway* 3 Bandara Internasional Soekarno-Hatta.
- 4 Mendapatkan nilai tebal perkerasan landasan di Bandara Internasional Soekarno-Hatta untuk kondisi 20 tahun mendatang dengan program bantu FAARFIELD.
- 5 Mendapatkan nilai tebal perkerasan landasan dan nilai PCN di Bandara Internasional Soekarno-Hatta untuk kondisi 20 tahun mendatang dengan program bantu COMFAA.

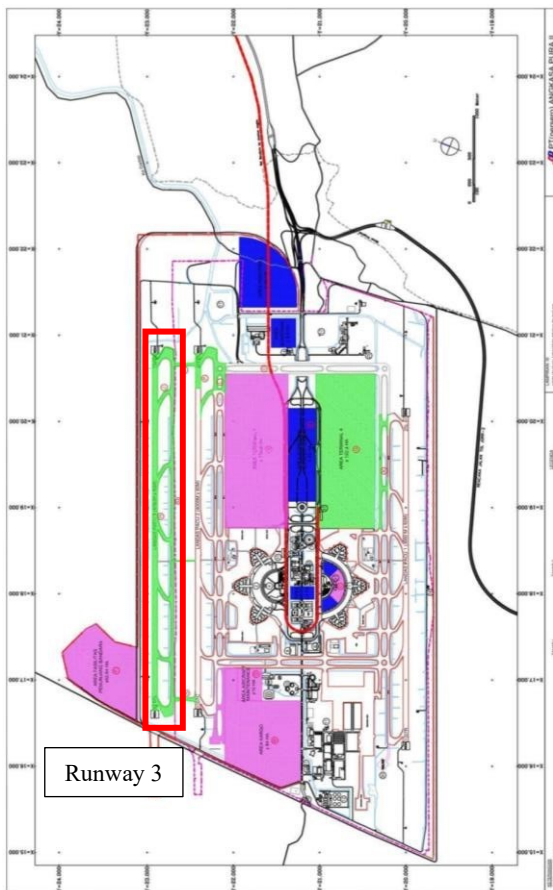
1.5 Manfaat Penelitian

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

- 1 Menambah pengetahuan dalam menentukan geometrik landasan pacu.
- 2 Menambah pengetahuan tentang penggunaan program bantu komputer terhadap perencanaan tebal perkerasan sisi udara bandara.
- 3 Diharapkan dapat menjadi referensi untuk rencana pembangunan runway di Bandara Internasional Soekarno-Hatta.

1.6 Lokasi Studi

Studi dilakukan di Bandara Internasional Soekarno-Hatta yang terletak di Kota Tangerang, Banten. Bandara ini dikelola oleh PT. Angkasa Pura II. Berikut gambar 1.2 Layout Bandara Internasional Soekarno-Hatta.



Gambar 1.2 Layout Bandara International Soekarno-Hatta
(sumber: PT. Angkasa Pura II)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Pengaruh Transportasi Udara Dalam Tatanan Sosial Ekonomi Suatu Negara

Chowhan (2018) mengatakan bahwa Transportasi berperan besar dalam ekonomi-sosio di negara manapun. Di masa kini kebutuhan akan transportasi menuju semua tempat sangat diperhatikan dan susah di bayangkan jika kehidupan tanpa moda transportasi. Ada 4 dasar moda transportasi yaitu Jalan raya, Jalan rel, Jalur air dan jalur udara.

Pelayanan kargo udara adalah salah satu cara untuk menggabungkan wilayah periferal seperti Asia Tenggara ke dalam ekonomi internasional dikarenakan kualitas dan kapasitas layanan kargo udara bervariasi secara spasial, layanan tersebut dapat menjadi sumber keunggulan kompetitif bagi perusahaan dan ekonomi suatu negara menurut penelitian yang dilakukan oleh Leinbach and Bowen (2004).

Penelitian yang serupa dilakukan oleh Merkert and Ploix (2014) menunjukkan angkutan kargo udara merupakan hal yang nyata (langsung) dalam ekonomi transport, lingkungan di mana perkembangan teknologi dan model bisnis terungkap tidak hanya stabil tetapi selalu meningkat, dikarenakan merupakan peralatan ekonomi yang mencakup wilayah industri secara luas.

2.2 Transportasi Kargo Udara

Dalam penelitiannya Leinbach and Bowen (2004) mengatakan bahwa pelayanan kargo udara merupakan salah satu layanan produser paling penting untuk produsen dengan jejaring produksi yang bertaraf internasional.

Shiao and Hwang (2013) mengatakan seiring dengan berkembangnya globalisasi, transportasi kargo udara menjadi penting. Pangsa pasar di Asia khususnya negara China mendorong perkembangan muatan kargo udara di bandingkan muatan kargo dengan jalur darat maupun air.

2.3 Disain Runway

Dalam perencanaan runway dibutuhkan beberapa referensi sebagai perbandingan untuk mendapatkan perencanaan yang paling baik di masing-masing bandara. Wakhale, Surve and Shinde (2014) dalam penelitiannya mengatakan bandar udara adalah lokasi dimana pesawat melakukan *take off* dan *landing*. Dalam suatu bandara pasti mempunyai setidaknya satu landasan pacu untuk pesawat *take off dan landing*.

Melalui penelitian yang dilakukan oleh Ugnenko (2017) mengenai perencanaan panjang *runway*, menggunakan metode *Mathematical Model* merupakan salah satu metode untuk mencapai kondisi ideal suatu *runway*. Hasil dari penelitiannya dilakukan penggandaan koefisien untuk mencari panjang runway yang sebenarnya.

Penelitian tentang perencanaan panjang runway juga dilakukan oleh Wakhale, Surve, and Shinde (2014) dengan menghitung menggunakan ketika kondisi salah satu mesin mati dan pilot harus melanjutkan atau menunda *take off* setelah mencapai kecepatan, ada pun metode lainnya dengan menghitung ketika mesin berfungsi semua dengan baik.

Patil (2016) dengan penelitian yang sama dengan sebelumnya mengenai perencanaan panjang runway peneliti melakukan perbandingan antara *Basic runway length* dengan cara mengasumsikan, sedangkan untuk metode koreksi dilakukan dengan mengkalikan fakto-faktor yang mempengaruhi panjang runway, dimana faktor itu adalah faktor koreksi temperature, faktor koreksi elevasi dan faktor koreksi kemiringan. Hasil dari penelitian ini adalah panjang runway di desain untuk *basic runway* dan *aircraft performance characterisitcs*, jika kondisi bandara berbeda dari kondisi standar yang di asumsikan maka faktor koreksi dibutuhkan.

Pada tabel 2.1 dapat dilihat bagaimana hasil perbandingan untuk menghitung panjang *runway* dalam beberapa metode.

Tabel 2.1 Tabel perbandingan hasil penelitian untuk panjang Runway

Komponen/Penulis	Penulis		
	Evegeniya U, Elena, Yelizaveta & Gintas V (2017)	Kaustubh Wakhale, Sameer Surve & Rohit Shinde (2014)	Prof. Resha patil & Ar. Vinod (2016)
Judul Penelitian	Improvement of the Mathematical for Determining the Length of Runway at the Stage of Aircraft Landing	Design of Airport Runway By International Standarts	Airport Runway Design
Lokasi Penelitian	European Airfields, Ukraine	Navi Mumbai International Airport	Indira Gandhi International Airport
Metode Penelitian	Metode penelitian yang dilakukan adalah dengan cara <i>Mathematical Model</i> dimana metode ini dilakukan untuk rekalkulasi dari panjang runway .	Melakukan analisa pengaruh dari kondisi ketika kondisi pesawat salah satu mesin mati dimana pilot harus melanjutkan atau menunda <i>Take off</i> setelah mencapai kecepatan maksimum(1) dan kondisi semua mesin berfungsi dengan baik(2) untuk perencanaan panjang runway.	Melakukan perhitungan panjang runway dengan metode <i>Basic Runway Length</i> (1) dan dilanjutkan dengan mengalikan faktor koreksi.
Kesimpulan Penelitian	Metode ini diangkat untuk membagi pengurangan kemampuan pengereman dalam kondisi buruk di landasan (seperti kelembaban atau kondisi licin) dan karakteristik dalam bentuk peningkatan panjang landasan yang diperlukan untuk pendaratan, maka metode ini melakukan penggantian dalam koefisien.	Ketika dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode kedua panjang runway yang didapat lebih panjang dari hasil perhitungan metode pertama maka dengan menggunakan metode kedua panjang runway akan lebih aman untuk pesawat yang akan <i>take off</i> .	Perhitungan panjang runway harus di lakukan dengan mengalikan faktor koreksi karena jika hanya menggunakan <i>Basic Runway length</i> panjang runway yang didapat hanya pada kondisi asumsi sedangkan pada keadaan asli suatu bandara pasti mempunyai karakteristiknya masing-masing karena itu dilakukannya pengalihan faktor koreksi.

2.4 Metode Peramalan Lalu Lintas Udara

Gelhausen, Berster, and Wilken (2018) dalam penelitiannya tentang *A new direct demand model of long-term forecasting air passengers and air transport movement at German airport* membahas tentang cara *forecasting* dengan metode baru yaitu *DLR four step passenger demand and flight movement* dimana metode ini mengedepankan variabel sosio-ekonomi, namun metode ini masih dalam tahap penyempurnaan supaya bisa dijadikan acuan dalam *forecasting*.

Penelitian mengenai *forecasting* yang berjudul *Arima + Garch + Bootstrap forecasting method applied to the airline industry* dilakukan oleh Nieto and Carmona-benítez (2018) dengan menggabungkan beberapa ilmu statistik agar didapatkan *time series forecast* yang terbaik dalam mengestimasi banyaknya kebutuhan penerbangan di US.

Metode regresi menjadi salah satu metode juga yang dapat digunakan untuk *forecasting* dalam penelitian berjudul *Predicting and planning airport acceptance rates in metroplex system for improved traffic flow management decision support* dilakukan oleh Condé, Murça, and Hansman (2018), metode ini dalam penelitiannya digunakan untuk memprediksi *Arrival rate prediction* yang sebelumnya di evaluasi terlebih dahulu, ketelitian dibutuhkan dalam penggunaan metode ini agar mencapai hasil yang maksimal.

Memilih data untuk pengoperasian menggunakan metode regresi harus di perhatikan, seperti yang ditulis oleh Mullick and Smith (2019) berjudul *how to choose the right forecasting technique*, dalam penulisanya dinyatakan bahwa untuk menghindari adanya kesalahan hasil/*error* yang terlalu besar, jika terjadi *irregularities* atau terjadi hal yang diluar general pada data maka data itu akan di eliminasi.

Pada tabel 2.2 dapat dilihat hasil perbandingan untuk melakukan *forecasting* dalam beberapa tipe metode.

Tabel 2.2 Tabel perbandingan hasil penelitian untuk metode forecasting

Komponen/Penulis	Penulis		
	Marc C. Gelhausen, Peter Berster, Dieter Wilken (2018)	Maria Rosa Nieto, Rafael Bernardo Carmona (2018)	Mayara Conde Rocha, R. John H (2018)
Judul Penelitian	A new direct demand model of long term forecasting air passengers and air transport movement at german airports	ARIMA + GARCH + Bootstrap forecasting method applied to the airline industry	Predicting and planning airport acceptance rates in metroplex system for improved traffic flow management decision support
Lokasi Penelitian	German Airports	United States	John F Kennedy International, Newark International and LaGuardia
Metode Penelitian	<i>DLR four step passenger demand and flight movement</i> model merupakan metode baru dengan menggunakan berbagai macam variabel terutama variabel sosio-ekonomi dalam mendapatkan <i>forecast</i> terbaik	Penggabungan antara 3 metode forecasting antara ARIMA, GARCH, dan Bootstrap	Metode Regresi digunakan dalam penelitian ini nantinya akan di evaluasi untuk didapatkan hasil yang paling bisa memprediksi <i>Arrival rate prediction</i> pada <i>Multi-Airport System</i>
Kesimpulan Penelitian	Metode ini merupakan metode yang tidak mudah untuk di operasikan karena dibutuhkananya banyak variabel dan belum sempurna, tetapi metode ini mungkin akan menjajikan dalam penentuan <i>forecast</i> di penelitian selanjutnya	Hasil dari metode ini merupakan metode <i>time series forecast</i> terbaik untuk mengestimasi <i>pax</i> di <i>US Air Transport Industry</i>	Dibutuhkan ketelitian untuk menggunakan metode ini belum ditambah faktor lainnya, dan juga metode ini digunakan dalam <i>Multi-Airport System</i> yang menambah kompleksitas dalam perencanaan.

2.5 Disain Perkerasan *Runway*

Suatu rencana perkerasan runway menurut Sundeep Chowdary Daggubati (2014) dalam penelitiannya mengenai *Runway design and structural of an airfield pavement* dimana saat ini konfigurasi roda pesawat semakin bervariasi tidak selalu cara konvensional FAA dapat dilakukan, ketidakpastian ini didukung dengan adanya fakta bahwa *thickness-design curve* belum memasukan preliminary untuk pesawat A380. Hal ini dimaksudkan untuk alternative program bantu yang dikembangkan oleh FAA bisa menghasilkan stuktur perkerasan lentur yang cocok menggunakan program bantu F806FAA.xls. Hasil yang di dapat dari penelitian ini adalah seiring perkembangan pesawat kita dimudahkan untuk menggunakan *software* untuk mempermudah perhitungan.

White, Fairweather, and Jamshidi (2018) dalam penelitiannya juga merencanakan tebal perkerasan runway dengan melakukan penelitian tentang *Sustainable runway pavement rehabilitation: a case study of an Australian airport*. Dalam studi ini untuk desain perkerasan runway dilakukan metode triple bottom line cost. Metode yang disajikan untuk membandingkan perbedaan desain perkerasan antara *tradisional design*, *conservative re-use* dan *full recycle* berdasarkan *social cost*, *financial cost* dan *environmental cost*. Hasil dari penelitian ini adalah *traditional design* mempunyai *triple bottom line* yang paling baik.

Penelitian yang serupa dilakukan oleh Santoso, Sulistiono, and Mawardi (2017) dalam penelitiannya membandingkan antara metode *Federal Aviation Administration* dan *Load Classification Number* untuk desain perkerasan lentur. Hasil dari penelitian ini adalah menggunakan metode FAA sangat efektif dalam merencanakan tebal perkerasan lentur di Indonesia.

Bhalla, Vankar, and Zala (2013) juga melakukan penelitian di Federation International Airport untuk perencanaan tebal perkerasan *runway* menggunakan program bantu FAARFIELD. Hasil dari penelitian ini adalah harus mempelajari tentang klasifikasi airport dan mengidentifikasi kelas pesawat dalam penggunaan program bantu FAARFIELD.

Pada tabel 2.3 dapat dilihat bagaimana hasil perbandingan untuk menghitung tebal perkerasan *runway* dalam beberapa metode.

2.6 Karakteristik Pesawat Beluga XL

Sebelum merancang pengembangan sebuah lapangan terbang, dibutuhkan pengetahuan karakteristik pesawat terbang secara umum untuk merencanakan prasarannya. Bagian pesawat, karakteristik, jenis-jenis dan olah gerak pesawat akan sangat menentukan dimensi/ukuran dalam perancangan prasarana bandara.

Didalam penelitian ini digunakan pesawat rencana yaitu Airbus Beluga XL maka dimensi dari tipe pesawat ini dapat dilihat pada **Gambar 2.2**

2.6.1 Standart Dimensi

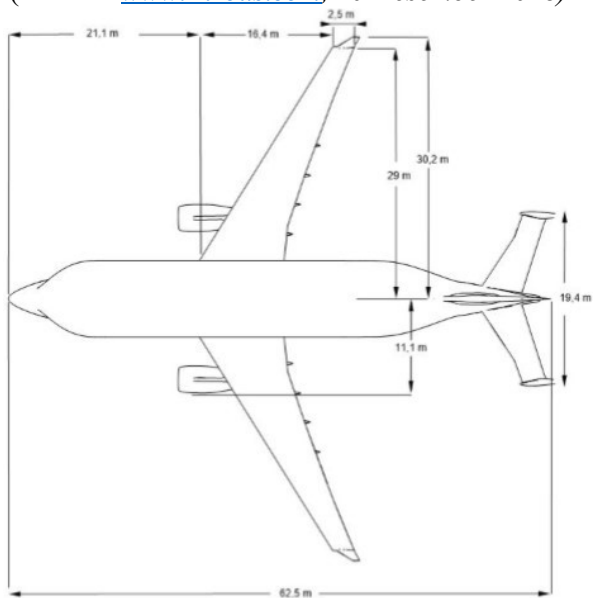
Pada **Gambar 2.1** merupakan pesawat dari Airbus Beluga itu sendiri dan pada **Gambar 2.2** dst menunjukkan dimensi dari pesawat Beluga XL untuk perencanaan *runway* di Bandara Internasional Soekarno-Hatta.

Tabel 2.3 Tabel perbandingan hasil penelitian untuk perkerasan *Runway*

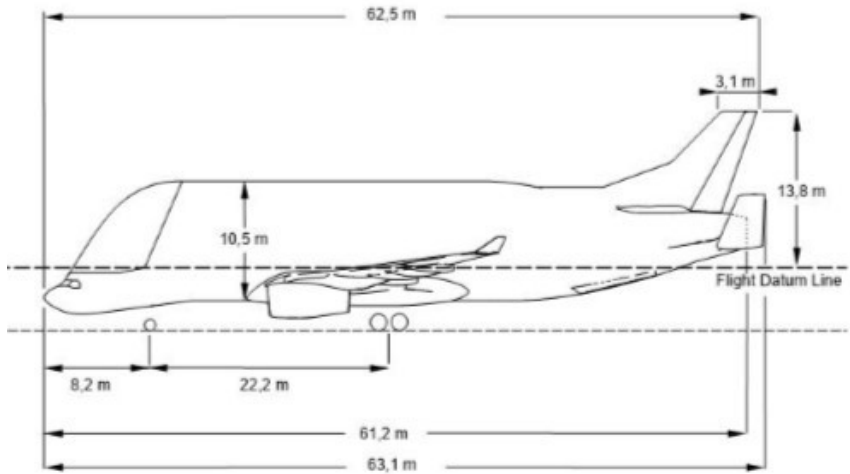
Komponen/Penulis	Penulis		
	Sundeeep C, Nazneen, Subham S & Sulabh raj (2014)	S E Santoso, D Sulistiono & A F Mawardi (2017)	Amandeep S, Amit A & L.B Zala (2013)
Judul Penelitian	Runway Design and Structural Design of an Airfield Pavement	Comparison study on flexible pavement design using FAA and LCN code in Ahmad Yani international airport runway	Runway Pavement Design of a proposed Airport with the use of FAARFIELD Software
Lokasi Penelitian	Chennai, India	Ahmad Yani international airport, Indonesia	Fedara International Airport
Metode Penelitian	Melakukan analisa tebal perkerasan runway dengan menggunakan F806FAA.xls yang di kembangkan oleh FAA untuk pesawat rencana baru.	Melakukan perbandingan terhadap metode FAA dan LCN untuk dianalisis dalam ke efisiensi dari kedua metode tersebut.	Metode yang dilakukan dalam menentukan tebal perkerasan <i>runway</i> adalah dengan menggunakan program bantu FAAFIELD.
Kesimpulan Penelitian	Metode ini dipilih karena bisa mendekati kriteria yang diberikan oleh ICAO dan FAA untuk pesawat rencana baru, sedangkan untuk metode konvensional dianggap susah karena keterbatasan dalam grafik yang di berikan.	Metode FAA adalah yang paling efektif untuk perencanaan runway di Indonesia.	Tebal perkerasan <i>runway</i> dipengaruhi oleh beberapa data diantaranya nilai CBR, <i>annual groeth</i> serta jenis pesawat yang ada diperlukan untuk peninjau tebak perkerasan <i>runway</i> .



Gambar 2.1 Airbus Beluga XL
(sumber: www.Airbus.com, 10 Desember 2018)

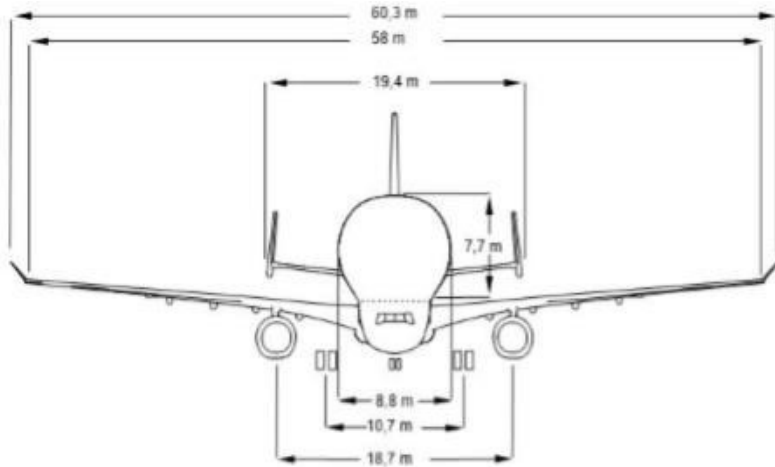


Gambar 2.2 Dimensi Pesawat (A)
(sumber: *Aircraft Characteristics Airport and Maintenance Planning Beluga XL*, 2018)



Gambar 2.3 Dimensi Pesawat (B)

(sumber: *Aircraft Characteristics Airport and Maintenance Planning Beluga XL, 2018*)



Gambar 2.4 Dimensi Pesawat (C)

(sumber: *Aircraft Characteristics Airport and Maintenance Planning Beluga XL, 2018*)

Standar dimensi pesawat terbang adalah sebagai berikut.

- a) *Length* (panjang) sebuah pesawat terbang didefinisikan sebagai jarak dari ujung depan badan pesawat (*fuselage*) atau badan utama (*main body*) pesawat, sampai ke ujung belakang ekor pesawat, yang dikenal sebagai *empennage*. Panjang pesawat digunakan untuk menentukan panjang dari area parkir pesawat dan hangar. Sebagai tambahan, untuk bandara komersial, panjang dari pesawat terbesar yang beroperasi setidaknya lima keberangkatan per hari, ditetapkan untuk menentukan alat penyelamatan dan pemadam kebakaran.
- b) *Wingspan* (panjang sayap) sebuah pesawat terbang didefinisikan sebagai jarak dari ujung sayang ke ujung sayap lainnya pada sayap utama pesawat. Panjang sayap pesawat digunakan untuk menentukan lebar dari area parkir pesawat dan jarak antar *gates*. Selain itu untuk menentukan lebar dan jarak pemisah landas pacu dan landas hubung di bandara.
- c) *Maximum height* (tinggi maksimum) sebuah pesawat terbang secara tipikal didefinisikan sebagai jarak dari lantai dasar (*ground*) sampai puncak ekor (*tail*) pesawat. Dalam beberapa kasus langka, ketinggian maksimum pesawat Airbus Beluga terhitung sebagai jarak dari lantai dasar sampai dengan puncak pintu depan badan pesawat ketika dalam posisi terbuka ke atas.
- d) *Wheelbase* sebuah pesawat terbang didefinisikan sebagai jarak antara as roda pendaratan utama (*main landing gear*) pesawat dengan as roda depan (*nose gear*) atau roda ekor (*tail-wheel*) dalam kasus pesawat *tail-wheel*. Jalur roda pesawat terbang didefinisikan sebagai jarak antara roda luar dengan roda pendarat utama pesawat terbang.
- e) *Wheel track* sebuah pesawat terbang didefinisikan sebagai jarak antara as roda terluar dari *main landing gear* pesawat. *Wheelbase* dan *wheel track* sebuah pesawat digunakan untuk menetapkan radius putar minimum yang berperan besar dalam perancangan *taxiway turnsoff*, *taxiway intersection*

dan area lainnya di bandara yang dibutuhkan pesawat untuk berbelok.

Secara umum, dimensi pesawat yang berkenaan dengan perencanaan bandara dapat dilihat pada ICAO *Aerodrome Design Manual* bagian 1, 2 dan juga pada FAA *Advisory Circular* No. AC 150/5325-4B.

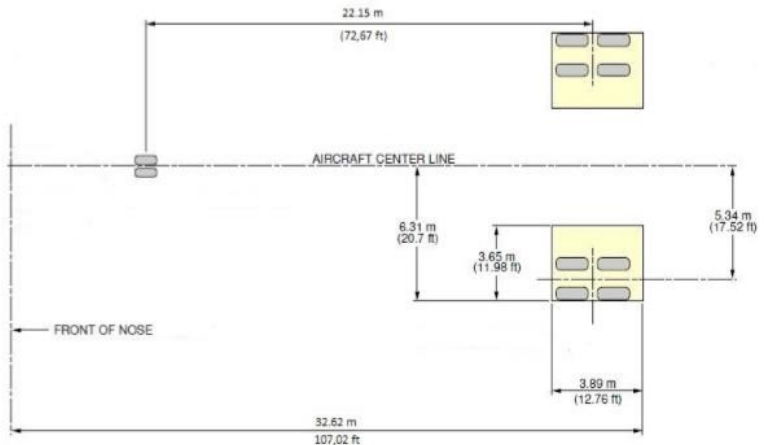
2.6.2 Konfigurasi Roda Pendaratan Utama

Konfigurasi roda pendaratan (*landing gear configuration*) berperan penting dalam mendistribusikan berat pesawat ke permukaan yang ditumpangnya, dengan kata lain berperan besar terhadap desain perkerasan bandara. Semakin berat pesawatnya, biasanya semakin banyak roda pesawatnya. Berat pesawat yang tersalurkan ke perkerasan ini harus bisa didukung oleh perkerasan sisi udara.

Pesawat terbang yang saat ini beroperasi di bandara seluruh dunia telah dirancang dengan berbagai konfigurasi pendaratan. Kebanyakan pesawat dirancang dengan satu dari tiga konfigurasi roda pendaratan dasar (*basic landing gear configuration*). Terdapat beberapa definisi dalam konfigurasi roda pesawat, yaitu sebagai berikut.

- a) *Single-wheel configuration* (konfigurasi roda tunggal), artinya pada roda utama pesawat terdapat total dua roda, dengan satu roda di masing-masing penyangga (*strut*) pesawat.
- b) *Dual-wheel configuration* (konfigurasi roda ganda), artinya pada roda utama pesawat terdapat total empat roda, dengan dua roda di masing-masing penyangga (*strut*) pesawat.
- c) *Dual tandem configuration* (konfigurasi roda ganda tandem), artinya terdapat dua roda sepasang pada masing-masing penyangga (*strut*) pesawat.

Konfigurasi dasar roda pesawat Beluga XL dapat dilihat pada **Gambar 2.5**



Gambar 2.5 *Beluga XL Landing Configuration*
 (sumber: *Aircraft Characteristics Airport and Maintenance Planning Beluga XL, 2018*)

2.6.3 Berat Pesawat

Dalam perencanaan bandara beban pesawat diperlukan untuk menentukan struktur perkerasan sisi udara yang dibutuhkan. Selain itu, beban pesawat juga diperlukan untuk menghitung dengan pengoperasian pesawat, antara lain sebagai berikut.

- a) *Operating Weigh Empty*, OWE (Berat Operasi Kosong)
 Merupakan beban dasar pesawat, termasuk awak pesawat dan peralatan pesawat, tetapi tidak termasuk muatan (*payload*) dan bahan bakar. Terkadang berat operasi kosong tidak tetap untuk pesawat-pesawat komersil dengan jenis yang sama karena besarnya tergantung pada konfigurasi tempat duduk.
 Maka *Operating Weigh Empty* dari pesawat Beluga XL adalah **127.500 Kg**

b) *Estimate Maximum Payload* (Muatan)

Merupakan beban yang diperhitungkan akan menghasilkan pendapatan bagi perusahaan/maskapai penerbangan. Termasuk di dalamnya penumpang, barang, surat-surat, paket dan kelebihan bagasi. *Maximum payload* adalah muatan maksimum yang diizinkan untuk diangkut oleh tipe pesawat tertentu. Di Indonesia, hal ini diatur oleh Direktorat Jendral Perhubungan Udara. Sertifikasi muatan maksimum bisa untuk penumpang/barang, bisa campuran keduanya, dan hal ini tercantum dalam izin yang dikeluarkan. Secara teori beban maksimum ini merupakan selisih antara berat bahan bakar kosong dan berat operasi kosong.

Maka *Estimate Maximum Payload* dari pesawat Beluga XL adalah **50.500 Kg**

c) *Zero Fuel Weight, ZFW* (Berat Bahan Bakar Kosong)

Merupakan beban maksimum yang terdiri atas berat operasi kosong, beban penumpang dan barang. Berat bahan bakar kosong adalah berat pesawat terbang di mana semua bobot tambahan sekaligus bahan bakar, sehingga saat pesawat terbang, momen lentur di persimpangan sayap dan badan pesawat terbang tidak menjadi berlebihan.

Maka *Zero Fuel Weight* dari pesawat Beluga XL adalah **178.000 Kg**

d) *Maximum Take-Off Weight, MTOW* (Berat Maksimum Lepas Landas)

Merupakan beban maksimum pada awal lepas landas sesuai dengan bobot pesawat dan persyaratan kelayakan penerbangan.

Maka *Maximum Take-Off Weight* dari pesawat Beluga XL adalah **227.000 Kg**

e) *Maximum Landing Weight*, MLW (Berat Maksimum Pendaratan)

Merupakan beban maksimum pada saat roda pesawat menyentuh perkerasan (mendarat) sesuai dengan bobot pesawat dan persyaratan kelayakan penerbangan.

Maka *Maximum Landing Weight* dari pesawat Beluga XL adalah **187.000 Kg**

Informasi mengenai komponen berat pada pesawat-pesawat biasanya disediakan oleh pabrik pembuat pesawat tersebut dalam *Aircraft Characteristics Airport and Maintenance Planning Beluga XL* untuk kepentingan perencanaan bandara.

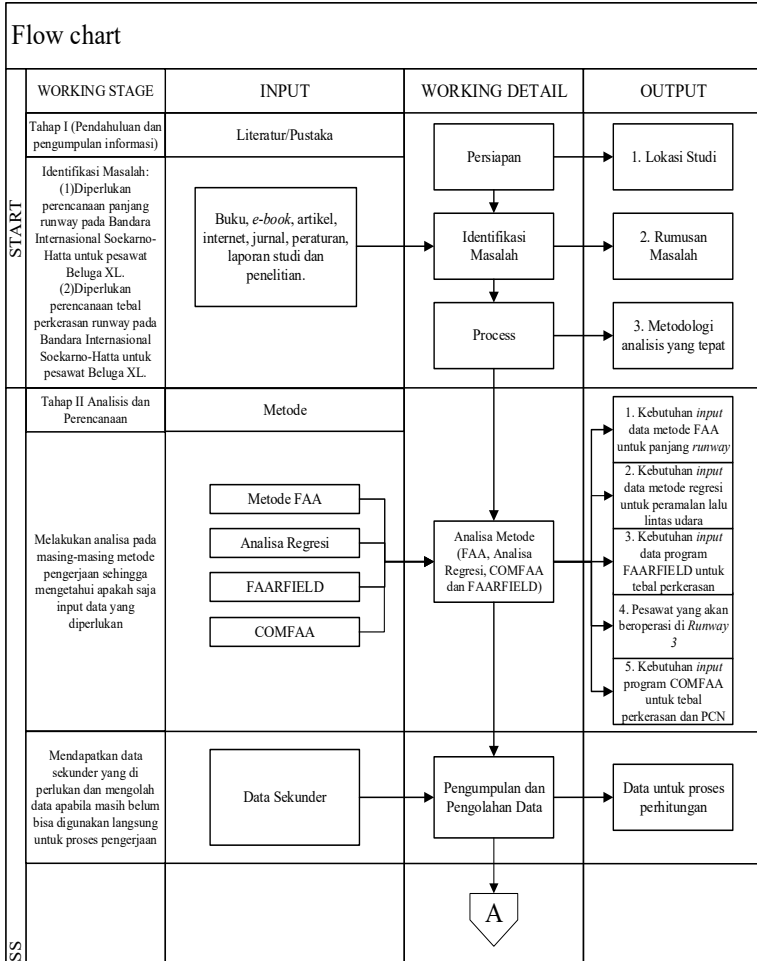
Kekuatan perkerasan (*pavement strengths*) suatu bandara dirancang berdasarkan *Maximum Take-Off Weight* (MTOW), dengan *landing gear* dan konfigurasi beban pesawat paling kritis yang akan digunakan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

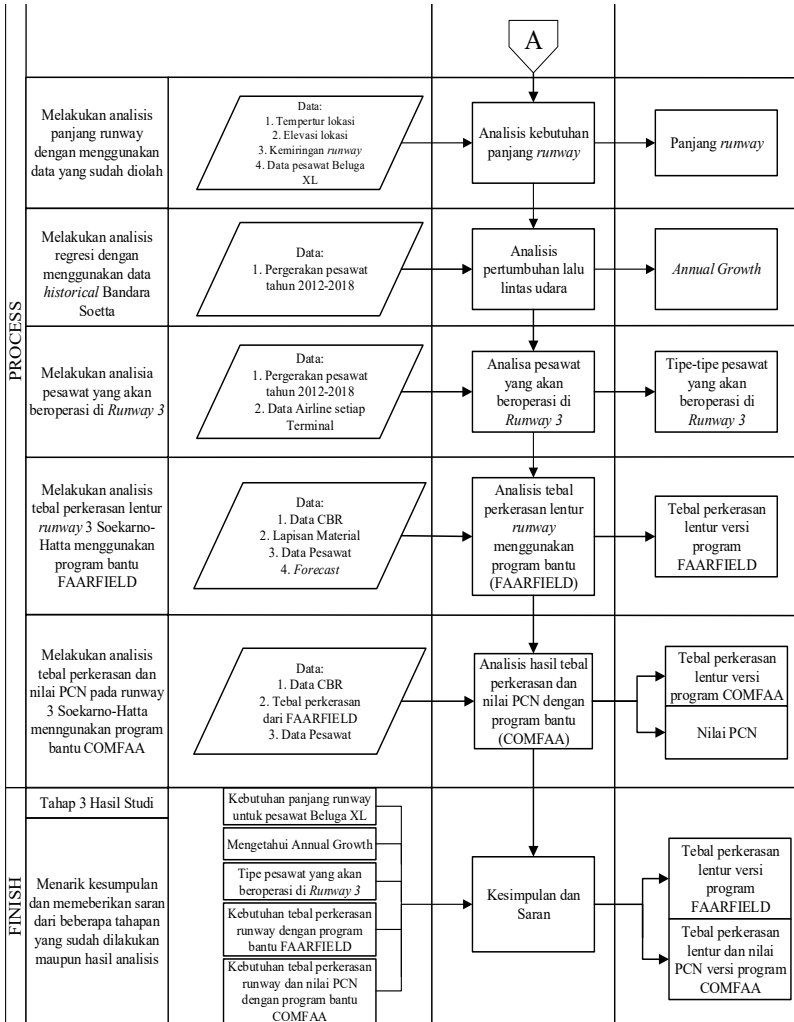
BAB III METODOLOGI

3.1 Diagram Alir Penyelesaian Tugas Akhir

Berikut ini diagram alir metodologi proses pengerjaan tugas akhir untuk memudahkan dalam pengecekan langkah pengerjaan.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penyelesaian Tugas Akhir



Gambar 3.2 Diagram Alir Penyelesaian Tugas Akhir

3.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dalam hal ini adalah peninjauan pada pokok masalah yang ditimbulkan untuk menentukan batasan pembahasan masalah. Identifikasi masalah merupakan proses penentuan apakah permasalahan tersebut layak atau tidak untuk dikaji. Dalam tugas akhir ini penyusun mengidentifikasi beberapa masalah pada Bandara Internasional Soekarno-Hatta sebagai berikut.

1. Diperlukan perencanaan panjang *runway* pada Bandara Internasional Soekarno-Hatta untuk pesawat Airbus Beluga XL.
2. Diperlukan perencanaan tebal perkerasan *runway* pada Bandara Internasional Soekarno-Hatta untuk pesawat Airbus Beluga XL.

3.3 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam tugas akhir ini merupakan data yang di peroleh dari PT. Angkasa Pura II dan data yang diperoleh dari berbagai literatur dan jurnal.

1. Data yang digunakan untuk menentukan panjang *runway* Bandar Udara Internasional Soekarno-Hatta dengan menggunakan metode FAA adalah sebagai berikut:
 - a. Data tipe pesawat Beluga XL
 - b. Temperatur di lokasi
 - c. Elevasi lokasi
 - d. Kemiringan *runway*
2. Data yang digunakan untuk mendapatkan *Forecasting* optimis, pesimis dan normal dengan menggunakan Analisa regresi adalah sebagai berikut:
 - a. Data jumlah pesawat tahun 2012-2019 Januari
3. Data yang digunakan untuk menentukan tipe pesawat pada *Runway 3* Bandara Internasional Soekarno-Hatta adalah:
 - a. *Airlines* di setiap terminal
 - b. Jenis pesawat yang digunakan *Airlines*

4. Data yang digunakan untuk menentukan tebal perkerasan *runway* 3 Bandara Internasional Soekarno-Hatta dengan menggunakan program bantu FAARFIELD adalah sebagai berikut:
 - a. Data tipe pesawat Beluga XL
 - b. Data tanah
 - c. Lapisan Material
 - d. *Forecast*
5. Data yang digunakan untuk menentukan tebal perkerasan *runway* 3 dan nilai PCN pada Bandar Udara Internasional Soekarno-Hatta dengan menggunakan program bantu COMFAA adalah sebagai berikut:
 - a. Data tipe Pesawat Beluga XL
 - b. Data tanah
 - c. *Forecast*

3.4 Analisa Data

Pada tahapan ini, data yang telah diperoleh akan dianalisis menggunakan teori yang sudah ditentukan dalam tinjauan pustaka. Hasil dari analisis data ini dilakukan untuk memudahkan dalam tahap perhitungan.

3.5 Perhitungan Panjang *Runway* Akibat Pengaruh Kondisi Lokal Bandara

Kondisi lokal suatu bandara juga dapat mempengaruhi panjang landasan pacu. Berdasarkan *International Civil Aviation Organization* (ICAO), perhitungan panjang *runway* harus menggunakan suatu standar *Aeroplane Reference Field Length* (ARFL) yaitu *runway* minimum yang dibutuhkan untuk lepas landas pada *maximum take off weight*, elevasi muka laut, kondisi atmosfer standar, keadaan tanpa angin bertiup, *runway* tanpa kemiringan (kemiringan=0). Setiap pesawat memiliki ARFL, bervariasi yang dibuat oleh pabriknya. Sehingga kelayakan suatu landasan terhadap kemampuan pesawat yang akan melakukan pergerakan pada landasan tersebut harus dilakukan koreksi terhadap pengaruh keadaan lokal. (Sumber: Basuki, 1986). Berikut faktor koreksi tersebut adalah sebagai berikut:

- **Koreksi Temperatur**

Pada kondisi temperatur tinggi yang dimiliki oleh suatu daerah yang akan dibangun bandar udara dibutuhkan landasan yang lebih panjang. Karena temperatur yang tinggi kerapatan udaranya lebih rendah sehingga menghasilkan daya dorong yang rendah. Sebagai standar temperatur di atas permukaan laut sebesar 15°C. Sehingga, panjang landasan pacu harus dikoreksi terhadap temperatur sebesar 1% untuk setiap kenaikan 1°C sedangkan untuk kenaikan 1000m dari muka laut rata-rata maka temperatur turun 6,5°C. Maka ICAO menetapkan hitungan koreksi temperatur dengan rumus sebagai berikut.

$$F_t = 1 + 0,01(T - (15 - 0,0065h)) \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan :

- F_t : Faktor terkoreksi temperatur
 T : Temperatur lapangan terbang
 h : Elevasi lapangan terbang
 (Sumber: SKEP 77)

- **Koreksi elevasi permukaan Landas Pacu**

Panjang dasar *runway* akan bertambah 7% setiap kenaikan 300m (1.000ft) dihitung dari ketinggian di atas muka laut (ICAO), dimana :

$$F_e = 1 + 0,07 \frac{h}{300} \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan :

- F_e : Faktor terkoreksi elevasi
 h : Elevasi lapangan terbang
 (Sumber: SKEP 77)

- **Koreksi Kemiringan**

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

Dapat dihitung dengan:

$$F_s = 1 + 0,1 S \dots\dots\dots(3.3)$$

Keterangan:

F_s : Faktor terkoreksi kemiringan

S : Gradien efektif

(Sumber: SKEP 77)

3.6 Perhitungan *Forecasting* Lalu Lintas Udara

Pengembangan suatu bandara dilakukan berdasarkan peramalan permintaan terhadap angkutan udara tersebut. Peramalan dilakukan untuk mengetahui jumlah pergerakan pesawat. Hal ini ditunjukkan agar suatu perencanaan pengembangan berbagai fasilitas bandara lebih efektif.

Perhitungan peramalan juga memiliki tingkat kepastian tertentu. Peramalan sederhana yang dapat digunakan yaitu dengan meramalkan permintaan pada masa mendatang melalui pengolahan data volume lalu lintas udara di masa lalu. Pengolahan data historis tersebut bisa dilakukan dengan cara melakukan analisa regresi menggunakan software Ms. Excel secara *Exponential*, *Linear*, *Logarithmic*, dan *Polynomial*.

Berikut ini merupakan salah satu contoh rumusan regresi, yaitu regresi linear yang mempunyai satu variabel bebas yang berguna untuk mencari harga variabel terikat. Fungsi tersebut diuraikan dalam persamaan sebagai berikut:

Persamaan : $Y = a + bx$

Y merupakan variabel terikat, sedangkan X variabel bebas
keterangan

Y : Variabel yang dicari

a : Suatu konstanta regresi

b : Koefisien regresi

X : Variabel bebas

Dimana :

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} \dots\dots\dots (3.4)$$

$$a = \bar{y} - b \times \bar{x} \dots\dots\dots (3.5)$$

n = Jumlah data dalam bilangan bulat positif 1,2,3....n

R^2 Merupakan koreksi keakuratan regresi yaitu ketepatan data terhadap model/garis yang digunakan. Semakin mendekati 100% maka ketepatannya bernilai sempurna.

$$R^2 = \frac{s_t - s_r}{s_t} \dots\dots\dots (3.6)$$

$$\text{Dan, } s_t = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \dots\dots\dots (3.7)$$

$$s_r = \sum_{i=1}^n (y_i - a - b x x_i)^2 \dots\dots\dots (3.8)$$

Dimana R^2 merupakan koefisien determinasi yang menunjukkan % keragaman variabel (Y) yang mampu dijelaskan oleh variabel (X).

Proporsi keragaman menunjukkan presentase yang bisa diterangkan oleh perubahan x secara linear.

3.7 Perhitungan Tebal Perkerasan *Runway*

3.7.1 Komponen – Komponen Perkerasan Lentur

Perkerasan lentur akan mempunyai kinerja yang baik, bila perancangan dilakukan dengan baik dan seluruh komponen-komponen utama dalam sistem perkerasan berfungsi dengan baik. Fungsi perkerasan adalah untuk menyebarkan beban ke tanah dasar dan semakin besar kemampuan tanah dasar untuk memikul beban, maka tebal lapisan perkerasan yang dibutuhkan semakin kecil. Perkerasan lentur terdiri dari tiga lapisan utama, yaitu: lapis

permukaan (surface course), lapis pondasi (base course) dan lapis pondasi bawah (subbase course)

- **Lapisan Permukaan**

Lapis permukaan (surface course) adalah lapis paling atas dari perkerasan lentur yang terletak di atas lapis pondasi. Lapis permukaan terdiri dari lapis aus dan lapis pengikat. Agar lapis aus tetap awet, kedap air, rata dan mempunyai kekesatan maka lapisan ini harus disusun dari campuran beraspal panas dengan bergradasi padat. Lapis pengikat, biasanya mempunyai agregat lebih besar dengan kadar aspal yang lebih sedikit.

Banyak persyaratan struktural dan fungsional telah diberikan pada lapis permukaan. Karena banyaknya material aspal yang tersedia untuk pembangunan struktur perkerasan dan fleksibilitas dari cara pelaksanaannya, maka beberapa macam permukaan aspal dapat dibangun. Macam-macam tipe permukaan bergantung pada beban yang akan bekerja di permukaan perkerasan dan juga ketersediaan bahan bangunan.

- **Lapisan Pondasi**

Lapis pondasi (base course) merupakan lapisan yang dihamparkan di bawah lapis permukaan. Lapis pondasi terletak di atas lapis pondasi bawah atau jika lapis pondasi bawah tidak digunakan di atas tanah dasar. Material lapis pondasi terdiri dari agregat, seperti batu pecah, sirtu, terak pecah (crushed slag) atau campuran-campuran material tersebut.

Lapis pondasi dan pondasi bawah dari perkerasan lentur mempunyai proposi ketebalan yang lebih besar daripada lapis permukaan, karena dibutuhkan untuk mendistribusikan tegangan yang diakibatkan oleh beban dari atasnya.

- **Lapisan Pondasi Bawah**

Maksud penggunaan lapis pondasi bawah adalah untuk membentuk lapisan perkerasan yang relatif cukup tebal dengan maksud penyebaran beban, tapi dengan biaya yang lebih murah. Material lapis pondasi bawah adalah material yang kualitasnya lebih rendah dari lapis pondasi (berupa kekuatan, plastisitas dan gradasi) tetapi masih lebih tinggi kualitasnya dibandingkan dengan tanah dasar. Dengan demikian, kualitas lapis pondasi bawah dapat sangat bervariasi, sejauh persyaratan tebal rancangan terpenuhi.

Lapis pondasi bawah selalu digunakan bila tanah dasar sangat buruk kualitasnya dan/atau material lapis pondasi tidak tersedia di lokasi proyek. Jika tanah dasar memenuhi syarat digunakan sebagai lapis pondasi bawah, maka tidak perlu dipasang lapis pondasi bawah.

- **Tanah Dasar**

Tanah dasar merupakan bagian dasar, di mana pondasi bawah (subbase), pondasi (base) atau perkerasan berada, maka integritas dari struktur perkerasan bergantung pada stabilitas struktur tanah dasar. Perkerasan jalan sebagai lapisan pelindung tanah dasar berperan dalam mendistribusikan beban roda suatu kendaraan/pesawat ke tanah dasar tersebut.

Tanah dasar yang mengalami tegangan berlebih akan mengakibatkan deformasi permanen yang berlebihan, sehingga permukaan perkerasan di atasnya menjadi bergelombang dan dapat menyebabkan retak dan berakibat pada kegagalan struktur perkerasan.

3.7.2. Program FAARFIELD

Perangkat lunak FAARFIELD adalah program computer untuk perancangan perkerasan bandara yang beroperasi berdasarkan teori lapisan elastis dan metode elemen hingga. Perangkat lunak ini dikembangkan oleh FAA dan versi terakhir dipresentasikan pada tahun 2017 dengan FAARFIELD 1.42 dan bisa digunakan untuk perancangan perkerasan kaku dan lentur. Metode perancangan dalam program ini didasarkan pada standar desain ketebalan perkerasan penerbangan. Metode desain ketebalan yang digunakan dalam program ini adalah standar desain FAA yang mana berada pada pedoman AC 150/5320-6E, Airport Pavement Design and Evaluation. Inti dari program bantu FAARFIELD adalah respon model struktural yang terdiri dari dua program LEAF dan NIKE3D. LEAF adalah program komputasi elastis multilayer dan NIKE3D adalah program yang beroperasi berdasarkan metode elemen hingga. Kedua program tersebut bisa digunakan saat mereka diperlukan dalam program FAARFIELD, namun tidak terlihat oleh pengguna. Informasi desain dimasukkan ke dalam program oleh dua halaman grafis. Salah satu halaman adalah untuk struktur perkerasan dan yang lainnya adalah untuk lalu lintas.

3.7.3. Program COMFAA

Perangkat lunak COMFAA adalah program yang tujuan umumnya beroperasi dalam dua mode komputasi: mode komputasi pesawat ACN (Aircraft Classification Number) dan mode komputasi perkerasan PCN (Pavement Classification Number). ACN adalah angka yang menunjukkan dampak kerusakan yang diakibatkan oleh sebuah pesawat relative terhadap struktur perkerasan pada kondisi tanah dasar standar. PCN adalah angka yang mengungkapkan kekuatan sebuah struktur perkerasan untuk

operasi tak terbatas. Oleh karena itu, jika pesawat terbang tertentu pada berat tertentu memiliki ACN kurang dari atau sama dengan, PCN dari bandara ($ACN \leq PCN$), maka tidak ada batasan yang harus dilakukan untuk mengoperasikan pesawat di bandara tersebut.

Pertama, FAA telah menerbitkan perangkat lunak bernama COMFAA 2.0 untuk menghitung nilai ACN/PCN karena persyaratan ICAO dan banyak negara menggunakannya untuk mengevaluasi perkerasan bandara. Pada tahun 2014, FAA menerbitkan sebuah perangkat lunak baru bernama COMFAA 3.0 yang memiliki perbedaan besar dalam nilai PCN dari versi sebelumnya sehingga membuat administrasi bandara dan regulator ICAO setuju. Lihat buku petunjuk untuk informasi lebih lanjut tentang penggunaan COMFAA 3.0 pada pedoman AC 150/5335-5C, Standardized Method of Reporting Airport Pavement Strength-PCN.

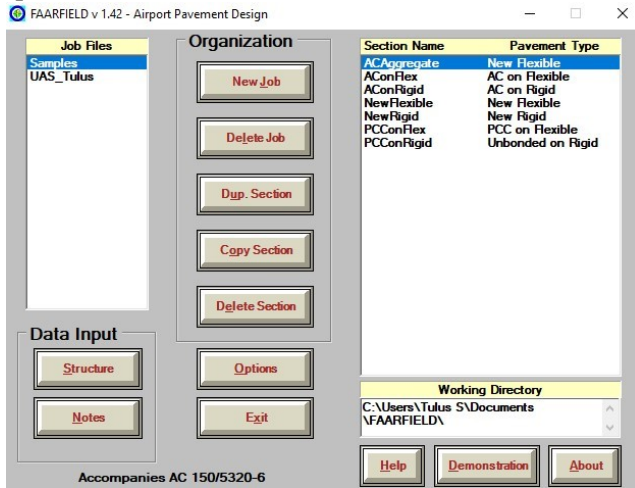
3.7.4. Menghitung Tebal Perkerasan *Runway 3*

Menggunakan FAARFIELD

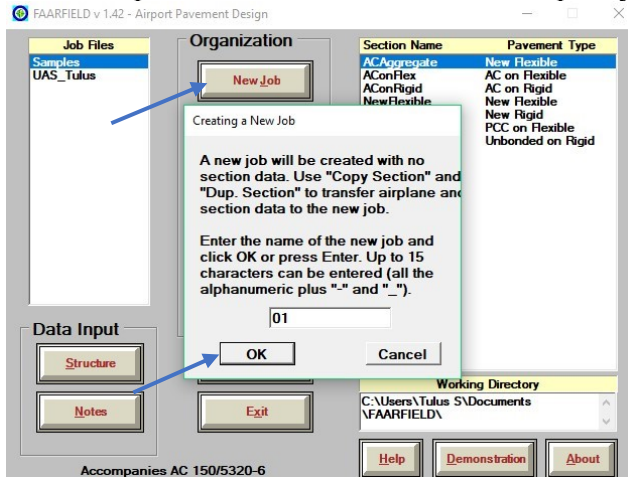
Menentukan tebal perkerasan yang dibutuhkan menggunakan program bantu FAARFIELD yang dibuat oleh FAA (*Federal Aviation Administration*) berdasarkan pada data tanah dan data tipe pesawat. Tahap menentukan tebal perkerasan menggunakan program bantu FAARFIELD adalah sebagai berikut :

Umur rencana dari perkerasan adalah 20 tahun (sesuai dengan standar untuk FAA Design) dengan tingkat pertumbuhan keberangkatan pesawat terbang adalah sesuai dari *forecast* yang di dapat.

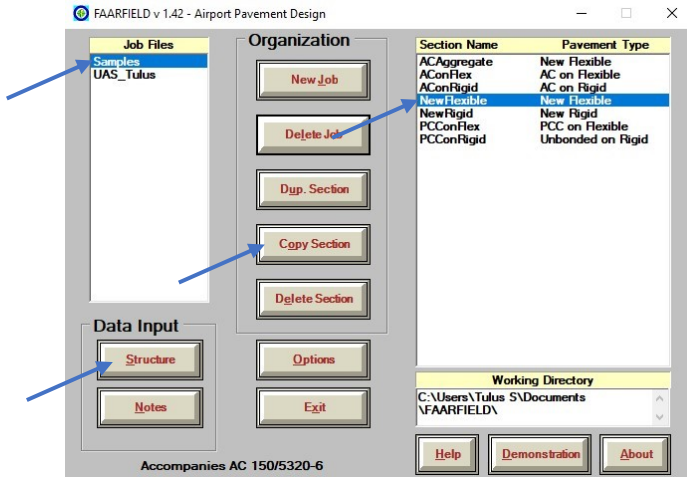
1. Buka *software* FAARFIELD dan akan muncul tampilan seperti di bawah ini.



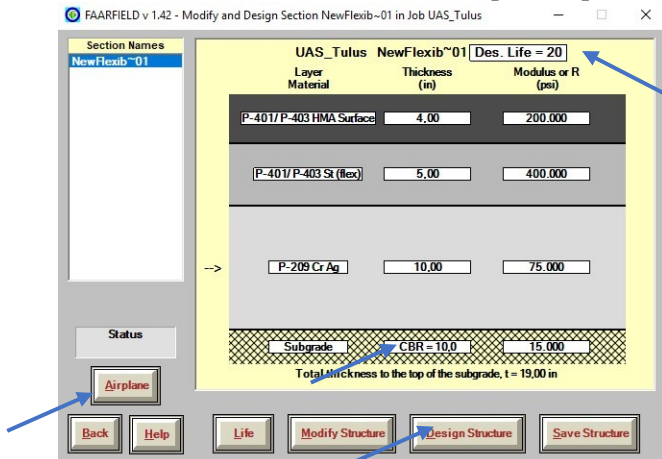
2. Klik **New Job** lalu beri nama pekerjaan sesuai yang diinginkan lalu klik **OK** apabila sudah selesai memberi nama pekerjaan.



3. Klik pada *samples* pada bagian sebelah kiri, lalu klik pada *Copy Section* kemudian pilih jenis perkerasan pada bagan sebelah kanan. Untuk perencanaan perkerasan kali ini menggunakan perkerasan lentur, oleh karena itu pilih *New Flexible*. Kemudian klik pada *Structure*.

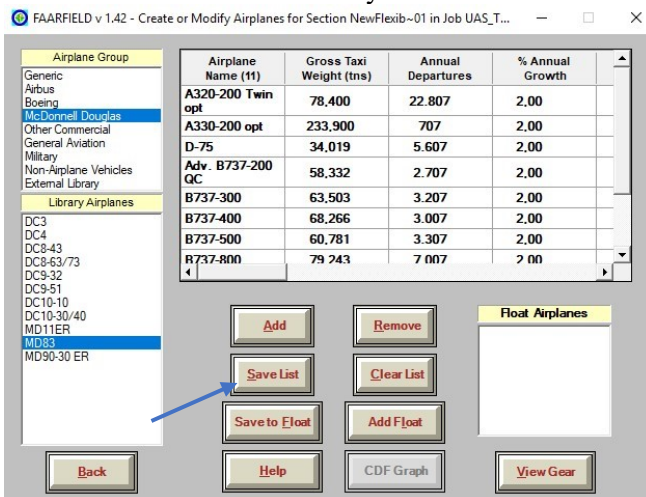


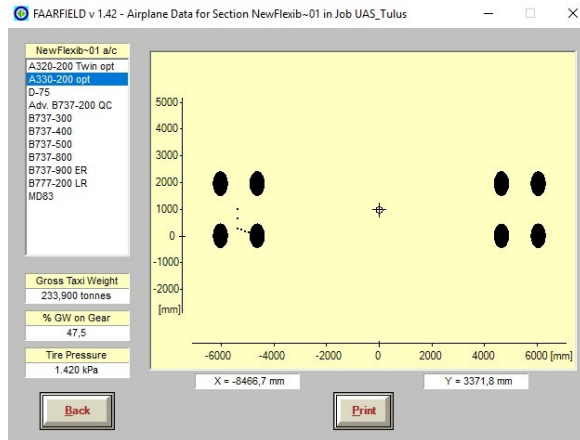
4. Setelah klik *Structure* akan muncul tampilan seperti berikut :



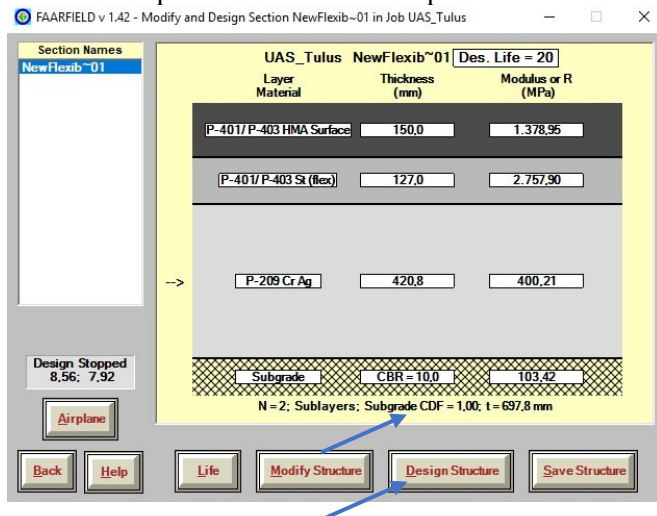
Pada tampilan tersebut terdapat jenis material untuk setiap lapis perkerasan, tebal perkerasan, modulus (R), dan nilai CBR pada lapisan subgrade dan umur periode rencana.

5. Kemudian untuk merencanakan struktur perkerasan kita pilih **Modify Structure** untuk mengubah jenis material perkerasan dan tebal perkerasan, kemudian klik pada kolom **Layer Material** dan **Thickness** untuk mengubah data sesuai yang akan digunakan dalam perencanaan.
6. Kemudian Klik pada **Airplane** untuk memasukkan data pesawat yang akan melintas di atas perkerasan. Isi data pesawat sesuai dengan data pada soal dengan memasukkan *Airplane Name*, *Gross Taxi Weight (GTW)*, *Annual Departure*, *Precentage of Annual Growth*, dan *Gear Type*. Untuk mengetahui tipe gear pada pesawat klik **View Gear**. Apabila pada daftar pesawat tidak tersedia jenis pesawat yang sesuai pada soal, maka dipilih jenis pesawat yang memiliki GTW dan konfigurasi gear yang mendekati. Jika sudah memasukkan semua data pesawat, klik **Save List** lalu **Back** untuk kembali ke menu sebelumnya.





7. Setelah semua data pesawat dimasukkan, kemudian klik **Design Structure** untuk memulai *running software* pada structure perkerasan. Program akan menyesuaikan desain perkerasan sampai nilai CDF = 1 tercapai.



Proses *running* akan berhenti ketika tercapai nilai CDF = 1. Ketika proses *running* selesai, maka akan didapatkan tebal perkerasan yang baru yang sudah disesuaikan.

3.7.5. Menghitung Tebal Perkerasan *Runway 3* Menggunakan COMFAA

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

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

- 1. Jalankan program bantu COMFAA
- 2. Pada kotak dialog “Aircraft Group” pilih dan klik group pesawat yang diinginkan.

COMFAA 3.0, August 14, 2014 - C:\Program Files (x86)\COMFAA 3.0\COMFAAaircraft.Ext

The screenshot shows the COMFAA software interface. On the left, the 'Aircraft Group' dialog box is open, displaying a list of aircraft models under 'Library Aircraft'. A blue arrow points to the 'Aircraft Group' dialog box. The main window shows a plot of the 'Main Gear Footprint' for an 'A300-B2 SB' aircraft. The plot is a grid with axes labeled 'Subgrade Category' (A, B, C, D) and 'N' (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100). The footprint consists of four black circles representing main gear wheels. Below the plot, there is a table of aircraft specifications:

Gross Weight (lbs)	315,041
% DW on Main Gears	94,00
No. Main Gears	2
Wheels on Main Gear	4
Tire Pressure (psi)	185,6
Alpha Used	0,000
Pav/Traffic Cycle (P/T/C)	1,900
Annual Departures	1,200
Flex 20yr Covs. P/C = 1.75	13,372
Rig 20yr Covs. P/C = 3.55	6,686
Liquid Catfall (times/tr)	5,900
Concrete Flex. Stt. (psi)	650,0

Below the table, there is a 'Computational Mode' section with buttons for 'PCN Flexible Batch', 'PCN Rigid Batch', and 'MORE >>>'. At the bottom, there is a table with columns for 'SG', 'CBR', 'Flex t. in', 'ACN Flex. k. lbs/in²', 'Rig t. in', and 'ACN Rig'. The values for 'SG' and 'CBR' are 0.00 and 0.0 respectively. At the very bottom, there are fields for 'Evaluation Thickness = 0' and 'Stress = '.

3. Pada kotak dialog “Library Aircraft” klik tipe pesawat.

COMFAA 3.0, August 14, 2014 - C:\Program Files (x86)\COMFAA 3.0\COMFAAircraft.Ext

Aircraft Group: Generic, Airbus, Boeing, McDonnell Douglas, Other Commercial, General Aviation, Military, External Library, Library Aircraft

Library Aircraft: A300-B2 SB, A300-B2 STD, A300-B4 STD, A300-B4 LB, A300-600 STD, A300-600 LB, A310-200, A310-300, A318-100 std, A318-100 opt, A319-100 std, A319-100 opt, A320-100, A320-200 Twin std, A320 Twin opt, A-320 Bogie, A321-100 std, A321-100 opt, A321-200 std, A321-200 opt, A330-200 std, A330-200 opt, A330-200F 236 9t, A330-200F 227 9t, A330-300 std, A330-300 opt

Critical Aircraft

A300-B2 SB Main Gear Footprint

Gross Weight (lbs) 315,041
 % GW on Main Gears 94,00
 No. Main Gears 2
 Wheels on Main Gear 4
 Tire Pressure (psi) 185,6
 Alpha Used 0,000
 Pass/Traffic Cycle (P/T/C) 1,00
 Annual Departures 1,200
 Flex 20yr Covs, P/C = 1,75 13,372
 Rig 20yr Covs, P/C = 3,50 6,686
 Rigid Cutoff (times ms) 5,00
 Concrete Flex. Str. (psi) 650,0

Computational Mode: PCN Flexible Batch, PCN Rigid Batch, MORE >>>

Options: Batch PCA Thick Metric PCA MGW

4. Klik “Add Aircraft” pada kotak dialog “Library Functions” untuk menambahkan pesawat.

COMFAA 3.0, August 14, 2014 - C:\Program Files (x86)\COMFAA 3.0\COMFAAircraft.Ext

Aircraft Group: Generic, Airbus, Boeing, McDonnell Douglas, Other Commercial, General Aviation, Military, External Library, Library Aircraft

Library Aircraft: A300-B2 SB, A300-B2 STD, A300-B4 STD, A300-B4 LB, A300-600 STD, A300-600 LB, A310-200, A310-300, A318-100 std, A318-100 opt, A319-100 std, A319-100 opt, A320-100, A320-200 Twin std, A320 Twin opt, A-320 Bogie, A321-100 std, A321-100 opt, A321-200 std, A321-200 opt, A330-200 std, A330-200 opt, A330-200F 236 9t, A330-200F 227 9t, A330-300 std, A330-300 opt

Critical Aircraft

A300-B2 SB Main Gear Footprint

Gross Weight (lbs) 315,041
 % GW on Main Gears 94,00
 No. Main Gears 2
 Wheels on Main Gear 4
 Tire Pressure (psi) 185,6
 Alpha Used 0,000
 Pass/Traffic Cycle (P/T/C) 1,00
 Annual Departures 1,200
 Flex 20yr Covs, P/C = 1,75 13,372
 Rig 20yr Covs, P/C = 3,50 6,686
 Rigid Cutoff (times ms) 5,00
 Concrete Flex. Str. (psi) 650,0

Computational Mode: PCN Flexible Batch, PCN Rigid Batch, MORE >>>

Options: Batch PCA Thick Metric PCA MGW

5. Pada kotak dialog “Aircraft Group”, pilih dan klik “External Library”. Pesawat yang dipilih akan muncul pada kotak dialog “Library Aircraft”.

COMFAA 3.0, August 14, 2014 - C:\Program Files (x86)\COMFAA 30\COMFAAAircraft.Ext

X = -25.1 in Y = -37.1 in

Aircraft Group

- Generic
- Airbus
- Boeing
- McDonnell Douglas
- Other Commercial
- General Aviation
- Military
- External Library**

Library Aircraft

- A300-B2 SR
- B-747 ICAO Rigid
- C-141A ICAO Flexible
- SWL 100 ACN

Critical Aircraft

A300-B2 SB Main Gear Footprint

Gross Weight (lbs) 315,041
 Σ GW on Main Gears 94,00
 No. Main Gears 2
 Wheels on Main Gear 4
 Tire Pressure (psi) 185,6
 Alpha Used 0,000
 Pass/Traffic Cycle (P/T/C) 1,00
 Annual Departures 1,200
 Flex 20yr Covs, P/C = 1,7% 13,372
 Rig 20yr Covs, P/C = 3,5% 6,686
 Rigid Cutoff (times ns) 5,00
 Concrete Flex. Str. (psi) 650,0

Computational Mode

PCN Flexible Batch PCN Rigid Batch MORE >>>

SG	CBR	Flex t, in	ACN Flex k, lbs/m ³	Rig t, in	ACN Rig
0,00			0,0		

Evaluation Thickness = 0 Stress =

6. Pilih dan klik tipe pesawat.

COMFAA 3.0, August 14, 2014 - C:\Program Files (x86)\COMFAA 30\COMFAAAircraft.Ext

X = -25.1 in Y = -37.1 in

Aircraft Group

- Generic
- Airbus
- Boeing
- McDonnell Douglas
- Other Commercial
- General Aviation
- Military
- External Library
- Library Aircraft**

Library Aircraft

- A300-B2 SR
- B-747 ICAO Rigid
- C-141A ICAO Flexible
- SWL 100 ACN

Critical Aircraft

A300-B2 SB Main Gear Footprint

Gross Weight (lbs) 315,041
 Σ GW on Main Gears 94,00
 No. Main Gears 2
 Wheels on Main Gear 4
 Tire Pressure (psi) 185,6
 Alpha Used 0,000
 Pass/Traffic Cycle (P/T/C) 1,00
 Annual Departures 1,200
 Flex 20yr Covs, P/C = 1,7% 13,372
 Rig 20yr Covs, P/C = 3,5% 6,686
 Rigid Cutoff (times ns) 5,00
 Concrete Flex. Str. (psi) 650,0

Computational Mode

PCN Flexible Batch PCN Rigid Batch MORE >>>

SG	CBR	Flex t, in	ACN Flex k, lbs/m ³	Rig t, in	ACN Rig
0,00			0,0		

Evaluation Thickness = 0 Stress =

7. Konfirmasi parameter pesawat seperti : *gross weight*, *tire pressure*, *annual departure*, dll. Pilih dan klik bila ada yang ingin diubah.

COMFAA 3.0, August 14, 2014 - C:\Program Files (x86)\COMFAA 30\COMFAAircraft.Ext

Aircraft Group: A300-B2 SB
Main Gear Footprint

Gross Weight (lbs)	315,041
% GW on Main Gears	94,00
No. Main Gears	2
Wheels on Main Gear	4
Tire Pressure (psi)	185,6
Alpha Used	0,000
Pass/Traffic Cycle (P/T/C)	1,00
Annual Departures	1,200
Flex 20yr Covs, P/C = 1,75	13,372
Rig 20yr Covs, P/C = 3,55	6,686
Rigid Cutoff (times rms)	5,00
Concrete Flex. Str. (psi)	650,0

Computational Mode: PCN Flexible Batch, PCN Rigid Batch, MORE >>>

SG	CBR	Flex t, in	ACN Flex k, lbs/in ³	Rig t, in	ACN Rig
0,00			0,0		

Evaluation Thickness = 0 Stress =

8. Klik pada “CBR” untuk mengisikan nilai CBR.

COMFAA 3.0, August 14, 2014 - C:\Program Files (x86)\COMFAA 30\COMFAAircraft.Ext

Aircraft Group: A300-B2 SB
Main Gear Footprint

Changing CBR

Enter a new value of CBR in the range:
1,00 to 80,00.

Click Cancel at any time to retain the old value.

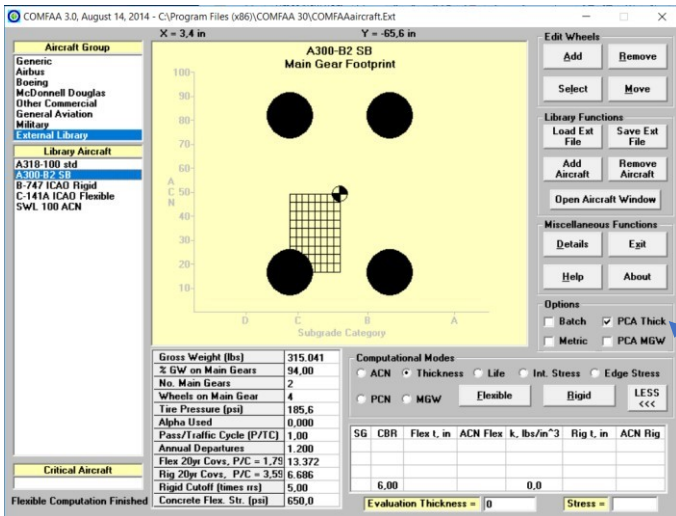
Gross Weight (lbs)	315,041
% GW on Main Gears	94,00
No. Main Gears	2
Wheels on Main Gear	4
Tire Pressure (psi)	185,6
Alpha Used	0,000
Pass/Traffic Cycle (P/T/C)	1,00
Annual Departures	1,200
Flex 20yr Covs, P/C = 1,75	13,372
Rig 20yr Covs, P/C = 3,55	6,686
Rigid Cutoff (times rms)	5,00
Concrete Flex. Str. (psi)	650,0

Computational Mode: PCN Flexible Batch, PCN Rigid Batch, MORE >>>

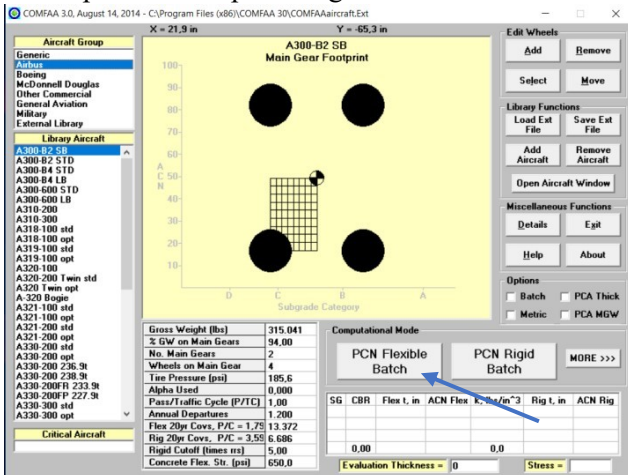
SG	CBR	Flex t, in	ACN Flex k, lbs/in ³	Rig t, in	ACN Rig
0,00			0,0		

Evaluation Thickness = 0 Stress =

9. Klik pada kotak dialog “Option” klik “PCA Thick” lalu klik “Thickness.”



10. Pilih dan klik tombol “PCN Flexible Batch” untuk mendapatkan hasil perhitungan.



11. Klik tombol “Details” untuk melihat hasil kalkulasi perhitungan dari program bantu COMFAA

COMFAA 3.0, August 14, 2014 - C:\Program Files (x86)\COMFAA 3.0\COMFAAaircraftr6t

Aircraft Group: A300-B2 SB

Main Gear Footprint

Subgrade Category

Gross Weight (lbs) 315,041
 % GW on Main Gears 94.00
 No. Main Gears 2
 Wheels on Main Gear 4
 Tire Pressure (psi) 105.6
 Alpha Used 0.000
 Pass/Traffic Cycle (P/T/C) 1.0
 Annual Departures 1,200
 Flex 20yr Covs. P/C = 1.75 13.372
 Rig 20yr Covs. P/C = 3.55 6.686
 Rigid Cutoff (times rs) 5.00
 Concrete Flex. Str. (psi) 650.0

Computational Mode: PCN Flexible Batch, PCN Rigid Batch

Options: Batch, PCA Thick, Metric, PCA MGW

Miscellaneous Functions: Details (highlighted), Exit, Help, About

12. Pada hasil “Output” Tebal perkerasan dapat dilihat pada kolom “*thickness for total eqivs covs*” dipilih nilai tebal yang paling tinggi dan nilai PCN pada kolom “*PCN on C*”

ICAD ACN Computation, Detailed Output

Unit Conversions: Show Alpha, Show Est File

Single Aircraft ACN: Flexible, Rigid

Other Calculation Modes: PCN, ACN Batch, Thickness, Life, MGW

Save PCN Output to a Text File

Results Table 2. PCN Values

No.	Aircraft Name	Critical Aircraft Total Equiv. Covs.	Thickness for Total Equiv. Covs.	Maximum Allowable Gross Weights	ACN Thick at Max. Allowable Gross Weights	PCN on C (E)
1	Airbus Beluga XL	530	774.7	302,87	1207,22	0,0036
2	EHR-190 STD	8,000,000	916.7	80,824	61,60	0,0000
3	Fokker F100	85,000,000	535.3	42,272	860,98	0,0000
4	B737-400	64,362	854.7	80,930	890,34	0,0423
5	A321-100 std	6,010	811.9	106,254	977,93	0,0420
6	A319-100 std	960,221	877.2	72,409	781,14	0,0001
					Total CDF =	0,0979

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

No.	Aircraft Name	Gross Weight	% GW on Main Gear	Tire Pressure	ACN Thick	ACN on C (E)
1	Airbus Beluga XL	227,023	95,74	1.420	973,6	70,8
2	EHR-190 STD	47,890	94,42	1.131	640,9	30,7
3	Fokker F100	41,640	95,60	980	405,3	27,4
4	B737-400	69,266	93,82	1.276	767,5	44,0
5	A321-100 std	83,400	95,60	1.360	842,7	53,1
6	A319-100 std	64,400	92,60	1.150	697,4	36,4

Results Table 4. Summary Output for Copy and Paste Into the Support Spread Sheet

Wm,Plane,GMIn,ACNin,ADout,Eds,Cov20yr,Cov50F,CDFr,GMenf,PCNdef,EVALS,SUBCode,KorCSR,PoTC,FlexOrRig

1,Airbus Beluga XL,227,023,70,9,2,471,96,2,11748+001,6,031948+003,774,70,302,804,108,9,944,0,C,6,00,1,00,F

2,EHR-190 STD,47,890,20,7,198,828,83,1,09818+003,6,883288+009,816,70,80,824,32,7,944,0,C,6,00,1,00,F

3,Fokker F100,41,640,27,4,1229,588,84,6,40808+003,3,63878+014,936,25,42,272,27,9,944,0,C,6,00,1,00,F

4,B737-400,69,266,44,0,840,822,82,3,058638+004,7,324348+005,884,66,80,898,84,0,944,0,C,6,00,1,00,F

5,A321-100 std,83,400,83,1,498,769,31,2,87048+003,6,389328+004,811,97,106,284,71,9,944,0,C,6,00,1,00,F

6,A319-100 std,64,400,36,4,200,530,26,1,073788+003,1,092728+007,877,15,72,409,42,2,944,0,C,6,00,1,00,F

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perencanaan Runway

Perencanaan geometrik runway dimaksudkan untuk merancang perkerasan untuk melayani pergerakan pesawat rencana di Bandara Internasional Soekarno-Hatta. Karena pesawat Beluga XL Merupakan pesawat yang direncanakan akan melayani kargo dari dan ke Indonesia, maka runway ini direncanakan berdasarkan spesifikasi pesawat rencana Airbus Beluga XL. Jenis pesawat ini merupakan pesawat yang diharapkan akan masuk ke Indonesia melalui Bandara Internasional Soekarno-Hatta sebagai pesawat kargo untuk mengakomodir pertumbuhan ekonomi dunia melalui perpindahan barang atau ekspor-impor, Khususnya di Indonesia. Perencanaan ini dimaksudkan agar runway Bandara Internasional Soekarno-Hatta dapat memenuhi kebutuhan yang disyaratkan untuk semua jenis pesawat yang akan beroperasi di runway tersebut, maka diambil pesawat terbesar yang direncanakan akan beroperasi pada runway ini yaitu Airbus Beluga XL dengan spesifikasi teknis sebagai berikut:

- ARFL : 2500 m
- Wingspan : 60 m
- Overall Length : 63,1 m
- MTOW : 227.000 Kg

(Sumber: *Aircraft Characteristic Airport and Maintenance Planning Beluga XL*)

4.1.1 Panjang Runway

Kondisi eksisting Bandara Internasional Soekarno-Hatta dapat mempengaruhi panjang rencana runway yang akan dibangun. Untuk menentukan panjang runway yang terkoreksi maka dibutuhkan perhitungan koreksi ARFL pesawat terhadap elevasi, temperatur, dan kemiringan landasan pacu (*slope*).

Berikut merupakan keadaan dilapangan pada daerah pembangunan runway 3 bandara internasional Soekarno-Hatta:

- Elevasi diatas permukaan air laut : 9,75 m
- Temperatur Referensi : 31,8°C
- Gradien Efektif : 1,5%

Koreksi terhadap elevasi, **Fe**

Faktor koreksi elevasi (Fe), ARFL bertambah sebesar 7% untuk setiap kenaikan 300 m dihitung dari ketinggian muka laut. Berikut rumus Fe :

$$\begin{aligned} \text{Fe} &= 1 + 0,07 \left(\frac{h}{300} \right) \\ &= 1 + 0,07 \left(\frac{9,75}{300} \right) \\ &= 1,00227 \end{aligned}$$

Keterangan :

- Fe : Faktor terkoreksi elevasi
h : Elevasi lapangan terbang

Koreksi terhadap temperatur, **Ft**

Pada temperatur tinggi dibutuhkan *runway* yang lebih panjang sebab temperatur tinggi menyebabkan *density* udara yang rendah. Sebagai temperatur standar adalah 15°C. Menurut ICAO panjang *runway* harus dikoreksi terhadap temperatur sebesar 1% untuk setiap kenaikan 1°C. Sedangkan untuk setiap kenaikan 1000 m dari permukaan laut rata-rata temperatur turun 6,5°C.

Dapat dilihat pada tabel 4.1 data temperatur yang didapat dari www.wunderground.com pada tahun 2018 mengenai suhu rata-rata tiap bulan. Dari data tiap bulan tersebut dapat diketahui suhu puncak terjadi pada bulan September dan Oktober adalah sebesar 33°C

Tabel 4.1 Temperatur rata-rata tiap bulan tahun 2018

Bulan	Temperatur
	°C
Januari	31
Februari	30
Maret	32
April	32
Mei	32,2
Juni	30
Juli	32,2
Agustus	32
September	33
Oktober	33
November	32,2
Desember	32,2

(Sumber: www.wunderground.com)

Dengan dasar ini ICAO menetapkan hitungan koreksi temperature dengan rumus:

$$\begin{aligned}
 \mathbf{F_t} &= 1 + 0,01 (T - (15 - 0,0065 \cdot h)) \\
 &= 1 + 0,01 (31,8 - (15 - 0,0065 \cdot 9,75)) \\
 &= 1,1686
 \end{aligned}$$

Koreksi Kemiringan, **F_s**

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

$$\begin{aligned}
 \mathbf{F_s} &= 1 + 0,1 S \\
 &= 1 + (0,1 \times 1,5\%) \\
 &= 1,0015
 \end{aligned}$$

Jadi panjang *Runway* minimum dengan metode FAA dihitung dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang } runway &= (\text{ARFL} \times \text{Fe} \times \text{Ft} \times \text{Fs}) \\
 &= (2500 \times 1,00227 \times 1,1686 \times 1,0015) \\
 &= 2932,52 \\
 &= 3000\text{m}
 \end{aligned}$$

Panjang *runway* minimum dengan menggunakan metode ARFL adalah 3000 m untuk perencanaan *runway* 3 di bandara Soekarno-Hatta.

4.2 Peramalan (*Forecast*)

Perkiraan pergerakan pesawat di bandara internasional Soekarno-Hatta diperhitungkan menggunakan data historis pergerakan pesawat dari tahun 2012-2018 menggunakan analisa regresi dengan bantuan *Microsoft Excel*.

Melalui hal tersebut didapatkan jumlah pergerakan pesawat sampai 20 tahun kedepan atau sampai Tahun 2038. Hasil dari peramalan lalu lintas udara ini digunakan untuk merancang tebal perkerasan runway.

Ada tiga peramalan yang akan dilakukan yaitu peramalan optimis, peramalan pesimis, dan peramalan normal.

4.2.1 Peramalan Optimis

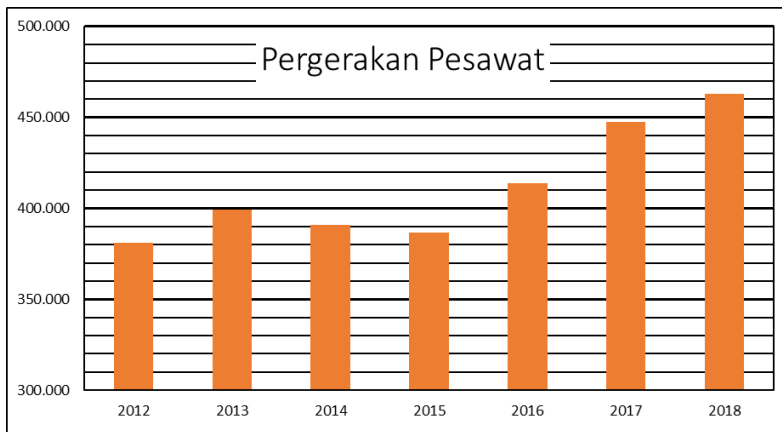
Peramalan optimis dilakukan karena adanya keyakinan bertambahnya penumpang dan pergerakan pesawat untuk tahun-tahun mendatang.

Data historis pergerakan pesawat menggunakan mulai tahun 2012 sampai tahun 2018. Berikut ini adalah data pergerakan lalu lintas udara yang didapatkan dari PT. Angkasa Pura II berdasarkan total tahunan. Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Total Pergerakan Pesawat Tahunan

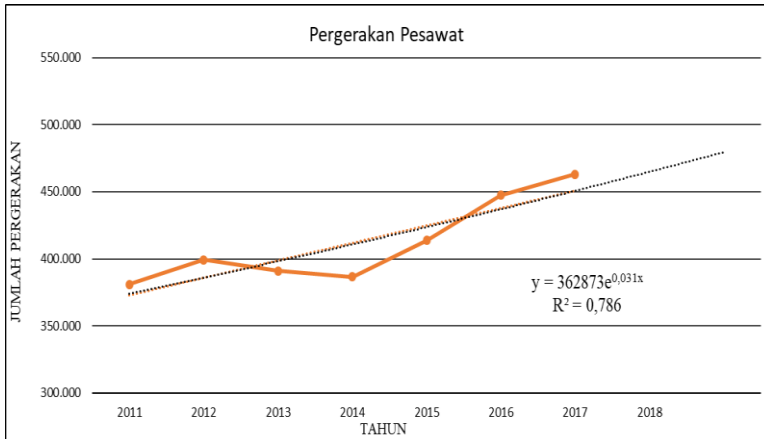
Tahun	Pergerakan Pesawat
2012	381.120
2013	399.430
2014	390.984
2015	386.615
2016	413.781
2017	447.390
2018	463.017

Dari Tabel 4.2 memperlihatkan bahwa pada tahun 2014 dan 2015 total pergerakan pesawat mengalami penurunan dari Tahun sebelumnya tetapi mengalami kenaikan sampai tahun 2018 yakni sebanyak 463.017 pergerakan.

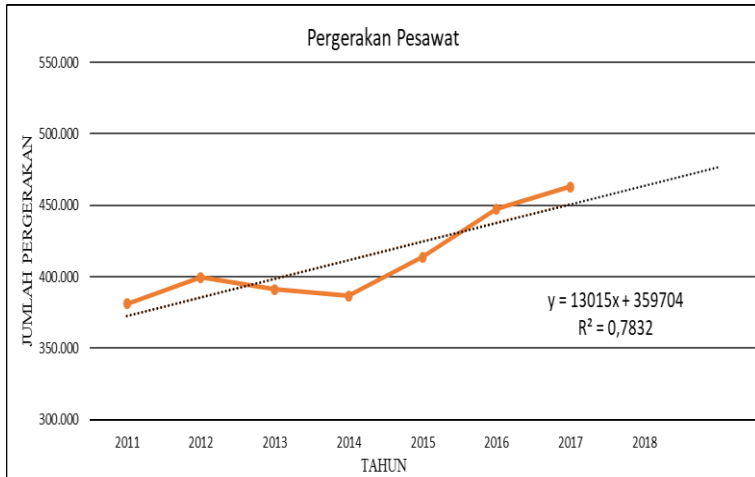
**Gambar 4.1** Grafik pergerakan total pesawat 2012-2018

Peramalan lalu lintas ini menggunakan Analisa regresi dengan menggunakan program bantu *Microsoft Excel*. Ada beberapa tipe Analisa regresi yang dapat digunakan diantaranya adalah Analisa Regresi tipe *Exponential*, *Linear*, *Logarithmic*, dan *Polynimoal*.

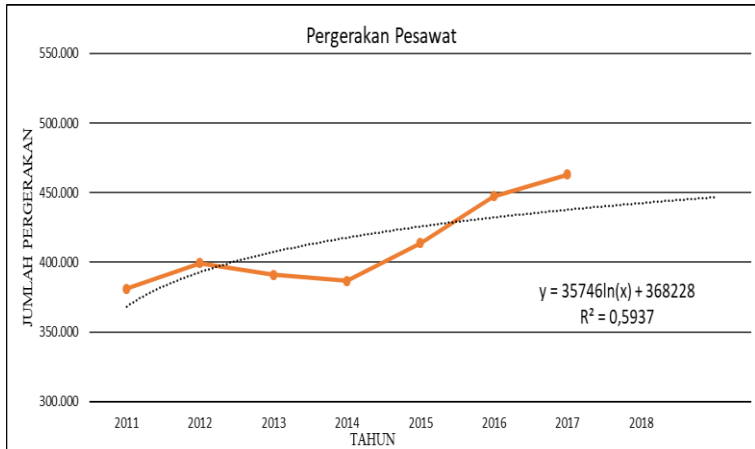
Keempat tipe tersebut dicoba untuk meramalkan total pergerakan pesawat dan dari hasil analisa regresi masing-masing tipe nantinya akan dibandingkan dengan data historis, lalu dipilih hasil yang paling sesuai atau mendekati kondisi *Real*, maka tipe itu yang akan digunakan sebagai rumusan menentukan perlamalan lalu lintas udara untuk 20 tahun mendatang di Bandara Internasional Soekarno-Hatta. Berikut hasil grafik dan juga persamaan regresi dan koefisien determinasi pada Gambar 4.2 sampai Gambar 4.5.



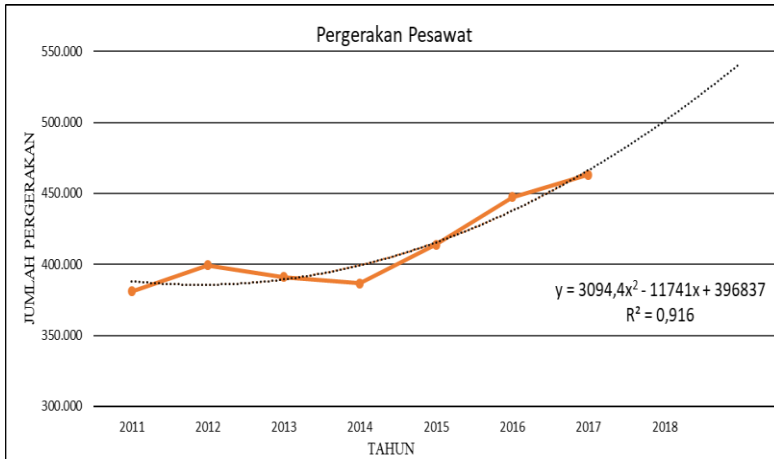
Gambar 4.2 Grafik total pergerakan 2012-2018 menggunakan Tipe Exponential



Gambar 4.3 Grafik total pergerakan 2012-2018 menggunakan Tipe Linear



Gambar 4.4 Grafik total pergerakan 2012-2018 menggunakan Tipe *Logarithmic*



Gambar 4.5 Grafik total pergerakan 2012-2018 menggunakan Tipe *Polynomial*

Persamaan regresi dari tiap tipe analisa regresi yang sudah didapat, lalu dimasukan angka 7 pada huruf X yang artinya tahun ke-7 atau tahun 2018. Lalu dibandingkan dengan data historis total pergerakan pada tahun 2018 sebesar 463.017.

Koefisien determinasi (R^2) adalah salah satu bilangan yang menyatakan tingkat korelasi antara jumlah pergerakan dengan perubahan waktu. Semakin nilai R^2 mendekati 1 (satu) maka ada korelasi positif antara jumlah pergerakan dengan perubahan waktu, dimana arti dari korelasi positif adalah dari tahun ke tahun jumlah pergerakan semakin bertambah. Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Persamaan Regresi dan Koefisien Determinasi dari 4 Tipe Analisa Regresi

Tipe	Persamaan Regresi	R ²	Tahun ke-7
Exponential	$y = 362873e^{0,031x}$	0,786	450.813
Linear	$y = 13015x + 359704$	0,783	450.809
Logarithmic	$y = 35746\ln(x) + 368228$	0,593	437.787
Polynomial	$y = 3094,4x^2 - 11741x + 396837$	0,916	466.276

Pada hasil perhitungan untuk tahun 2018, dapat diketahui angka yang paling mendekati data historis adalah angka dari hasil persamaan regresi tipe *Polynomial*. Maka Analisa Regresi Tipe *Polynomial* dianggap sesuai untuk meramalkan pergerakan pesawat 20 tahun mendatang. Berikut hasil peramalan pergerakan pesawat di bandara Soekarno-Hatta pada tahun 2038 pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Peramalan Pergerakan Pesawat

Tahun	Pergerakan Pesawat	Tahun	Pergerakan Pesawat
2012	381.120	2026	916.962
2013	399.430	2027	1.001.147
2014	390.984	2028	1.091.522
2015	386.615	2029	1.188.085
2016	413.781	2030	1.290.836
2017	447.390	2031	1.399.777
2018	463.017	2032	1.514.906
2019	500.951	2033	1.636.225
2020	541.814	2034	1.763.732
2021	588.867	2035	1.897.427
2022	642.108	2036	2.037.312
2023	701.539	2037	2.183.385
2024	767.158	2038	2.335.648
2025	838.965		

Pada hasil peramalan pergerakan pesawat yang terjadi pada tahun 2038 didapatkan angka pergerakan sebesar 2.335.648 pergerakan pertahun yang terjadi di Bandara Soekarno-Hatta.

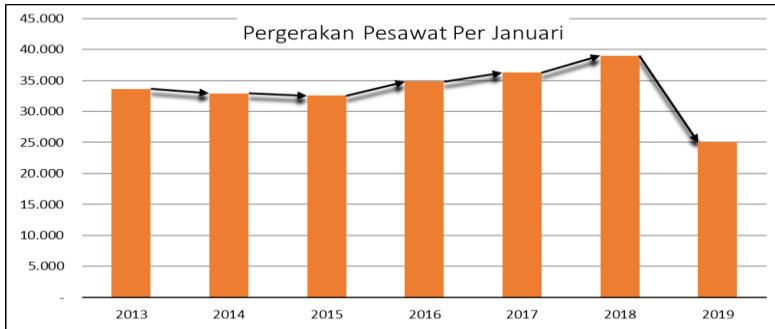
Dari semua data yang di dapat sampai tahun 2038 maka dapat ditentukan nilai *Annual Growth* untuk dijadikan salah satu input dalam program bantu FAARFIELD, berikut *Annual Growth* Peramalan Optimis pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Annual Growth Peramalan Optimis

Tahun	Pergerakan Pesawat	Prosentase	Annual Dep
2012	381.120		6,7%
2013	399.430	4,6%	
2014	390.984	-2,2%	
2015	386.615	-1,1%	
2016	413.781	6,6%	
2017	447.390	7,5%	
2018	463.017	3,4%	
2019	500.951	7,6%	
2020	541.814	7,5%	
2021	588.867	8,0%	
2022	642.108	8,3%	
2023	701.539	8,5%	
2024	767.158	8,6%	
2025	838.965	8,6%	
2026	916.962	8,5%	
2027	1.001.147	8,4%	
2028	1.091.522	8,3%	
2029	1.188.085	8,1%	
2030	1.290.836	8,0%	
2031	1.399.777	7,8%	
2032	1.514.906	7,6%	
2033	1.636.225	7,4%	
2034	1.763.732	7,2%	
2035	1.897.427	7,0%	
2036	2.037.312	6,9%	
2037	2.183.385	6,7%	
2038	2.335.648	6,5%	

4.2.2 Peramalan Pesimis

Peramalan pesimis dilakukan akibat penurunan minat dalam moda transportasi udara yang terjadi pada tahun 2019, dilihat dari data yang di dapat dari PT. Angkasa Pura II perubahan yang terjadi per bulan Januari cukup signifikan, berikut disajikan pada Gambar 4.6



Gambar 4.6 Pergerakan Pesawat per Bulan Januari

Dari data diatas dapat dilihat bahwa perbandingan yang dilakukan hanya pada bulan Januari di tahun-tahun sebelumnya, untuk dapat melakukan perbandingan antar tahun maka dilakukan peramalan untuk tahun 2019 berdasarkan data historis tahun 2013-2018 menggunakan regresi polynomial seperti peramalan optimis. Rumusan regresi yang di dapat adalah sebagai berikut, dapat dilihat dari Tabel 4.6

Tabel 4.6 Persamaan Regresi dan Koefisien Determinasi

Tipe	Persamaan Regresi	R ²
Exponential	$y = 31990e^{0,0018x}$	0,143
Linear	$y = 70,321x + 31797$	0,192
Logarithmic	$y = 1321,1\ln(x) + 30014$	0,126
Polynomial	$y = 0,166x^2 + 57,87x + 31954$	0,198

Dilihat dari koefisien determinasi regresi polynomial memiliki nilai yang baik dibandingkan jenis regresi lain, maka untuk

meramalkan bulan Februari sampai Desember digunakan jenis regresi ini, hasil peramalan dapat dilihat pada tabel 4.7

Tabel 4.7 Peramalan Tahun 2019

NO	Bulan	2019
1	Januari	25.004
2	Febuari	30.140
3	Maret	30.601
4	April	30.977
5	Mei	31.274
6	Juni	31.501
7	Juli	31.663
8	Agustus	31.767
9	September	31.820
10	Oktober	31.828
11	November	31.797
12	Desember	31.733
Total		345.101

Dari data tersebut sama halnya seperti peramalan optimis dapat dilakukan perhitungan untuk mendapatkan *Annual Growth* sebagai salah satu kebutuhan *input* dalam penggunaan program bantu FAARFIELD. *Annual Growth* dari peramalan pesimis dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Annual Growth Peramalan Pesimis

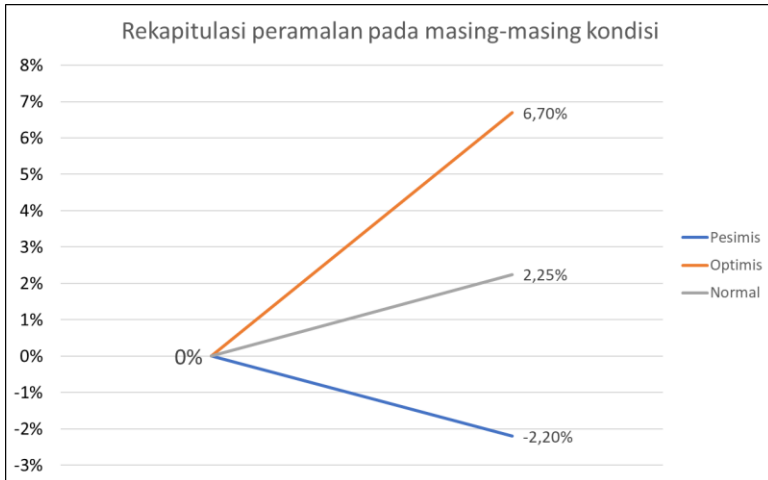
Tahun	Total	Prosentase Pertumbuhan	Annual Growth
2012	381.120		-2,20%
2013	399.430	4,58%	
2014	390.984	-2,16%	
2015	386.615	-1,13%	
2016	413.781	6,57%	
2017	447.390	7,51%	
2018	463.071	3,39%	
2019	345.100	-34,18%	

Hasil yang di dapat dari peramalan pesimis adalah -2,2% maka dapat disimpulkan bahwa tidak ada pertumbuhan pergerakan yang terjadi di Bandara Internasional Soekarno-Hatta dan perhitungan ini tidak dijadikan acuan dalam perhitungan pada program bantu FAARFIELD dan COMFAA karena didapatkan data yang tidak normal, sesuai dengan jurnal Mullick and Smith (2019) pada halaman 12.

4.2.3 Peramalan Normal

Peramalan normal dilakukan untuk melihat kondisi *Forecasting* di Bandara Internasional Soekarno-Hatta jika kedua prosentase peramalan sebelumnya digabungkan, dikarenakan kondisi eksisting saat ini seperti pada peramalan pesimis, peminat

dari transportasi udara relatif turun drastis sedangkan dengan peramalan optimis prosentase peminat transportasi udara mengalami kenaikan. Berikut peramalan yang terjadi pada kondisi normal dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Rekapitulasi peramalan pada masing-masing kondisi

Dari data diatas, prosentase peramalan pesimis adalah sebesar -2,2% dan pada peramalan optimis sebesar 6,70% maka setelah kedua peramalan digabungkan didapatkan hasil 2,25% walaupun hasil yang didapat positif tetapi ada pengaruh dari data yang tidak normal seperti peramalan pesimis, maka data ini juga tidak digunakan sebagai acuan pada program bantu.

4.3 Distribusi Pesawat

Pendistribusian pesawat ini dilakukan untuk mengetahui distribusi lalu lintas pesawat dalam penggunaan ketiga runway yang terdapat di Bandara Soekarno-Hatta. Dengan terbaginya jenis-jenis pesawat pada runway eksisting, pembagian pesawat ini akan mempermudah perencanaan runway 3 bandara Soekarno-

Hatta karena perencanaan hanya dilakukan untuk jenis pesawat yang akan mendarat pada runway 3.

Untuk mendapatkan data tersebut, maka dikumpulkan data mengenai lokasi keberangkatan *Airlines* setiap terminal yang ada. Terdapat tiga terminal di Bandara Internasional Soekarno-Hatta. Berikut lokasi terminal pada bandara Soekarno-Hatta dapat dilihat pada Gambar 4.8



Gambar 4.8 Lokasi setiap terminal di Bandara Internasional Soekarno-Hatta

Setelah mendapatkan data lokasi *Airlines* disetiap terminal dari PT. Angkasa Pura II pada Tabel 4.8, maka dilakukan pengumpulan data terhadap jenis pesawat yang dilayani di Bandara Internasional Soekarno-Hatta, pendistribusian pesawat terhadap runway dilihat dari jarak terpendek antara *runway* dengan terminal. Dari Gambar 4.8 dapat disimpulkan *runway* selatan relatif dekat dengan terminal 1 dan *runway* utara relatif dekat dengan terminal 2 dan terminal 3. Pembagian tipe pesawat terhadap runway dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Pembagian Airlines di Terminal

TERMINAL 1A	LION AIR (JAWA, KALIMANTAN, SULAWESI)
TERMINAL 1B	LION AIR (SUMATERA & DENPASAR)
TERMINAL 1C	AIRFAST INDONESIA
	CITILINK INDONESIA
	TRANSNUSA AIR
	TRIGANA AIR SERVICE
TERMINAL 2D	PRIVATE Dom
	ASIANA AIRLINES
	BATIK AIR Int'l
	CATHAY PACIFIC AIRWAYS
	CEBU PACIFIC
	CITILINK INDONESIA
	EMIRATES
	LION MENTARI AIRLINES Int'l
	MALINDO AIRLINES
	PHILIPPINES AIRLINES
	PRIVATE Int'l
	QATAR AIRWAYS
	SRI LANKAN AIRLINES
	SRIWIJAYA AIR Int'l
	THAI LION AIR
	TURKISH AIRLINES
	ETIHAD AIRWAYS
	EASTERN AIRLINES
	AIRASIA SDN BHD
	INDONESIA AIRASIA Int'l
INDONESIA AIRASIA EXTRA Int'l	
TERMINAL 2E	BATIK AIR Dom
TERMINAL 2F	INDONESIA AIRASIA Dom
	INDONESIA AIRASIA EXTRA Dom
	NAM AIR Dom
	SRIWIJAYA AIR Dom
TERMINAL 3	GARUDA INDONESIA Dom
	GARUDA INDONESIA Int'l
	SAUDI ARABIAN AIRLINES
	VIETNAM AIRLINES
	KOREAN AIR
	XIAMEN AIRLINES
	CHINA AIRLINES
	CHINA SOUTHERN AIRLINES
	SCOOT
	CITILINK INDONESIA (PEN)
	MALAYSIA AIRLINES
	THAI AIRWAYS
	OMAN AIR
	JETSTAR ASIA AIRWAYS
	QANTAS AIRWAYS
	KLM ROYAL DUTCH AIRLINES
	AIR CHINA
	ETHIOPIAN AIRLINES
	SHENZHEN AIRLINES
	JAPAN AIRLINES
	ALL NIPPON AIRWAYS
	SINGAPORE AIRLINES
	ROYAL BRUNEI AIRLINES
	EVA AIR
	EMIRATES
	TURKISH AIRLINES
SRI LANKAN AIRLINES	

Tabel 4.10 Pembagian Tipe Pesawat Terhadap Runway

Runway 1 (Selatan)	Runway 2 (Utara)	Runway 3 (Utara)
737-800	A330-200	737-400
737-900er	330-300	Bombardier crj1000
737-200	747-400	EMBRAER E-190
MD 82	777-200er	A319-100
A320-200	A340-300	A321-100
737-300	777-300	737-700
737-500	A330-300er	737-800
	A340-300	A320-200
	A340-500	A Beluga-XL

Dapat dilihat pada pembagiannya tipe pesawat yang berada pada *Runway 3* adalah tipe pesawat pada kondisi MTOW yang membutuhkan panjang runway untuk *takeoff/landing* tidak lebih dari 3000 m seperti perhitungan pada Sub 4.1 dan pada lampiran 2, serta Airbus Beluga Xl dimasukan pada *runway 3*.

4.4 Perencanaan Perkerasan *Runway 3* Menggunakan Program Bantu FAARFIELD

Perencanaan perkerasan lentur (*Flexile Pavement*) dilakukan menggunakan program bantu FAARFIELD, untuk menentukan tebal perkerasan yang akan direncanakan agar pesawat dapat beroperasi selama masa rencana perkerasan yaitu 20 tahun. Pada Tabel 4.9 menunjukan pesawat-pesawat yang melakukan *takeoff-landing* pada perkerasan *runway 3* Bandara Internasional Soekarno-Hatta. Tipe pesawat yang akan melewati *runway 3* adalah sebagai berikut:

1. 737-400
2. Bombardier CRJ1000
3. Embraer E190
4. A319-100

5. A321-100
6. 737-700
7. 737-800
8. A320-200
9. Airbus BelugaXL

Dalam perencanaan Airbus Beluga XL cara pengasumsian dilakukan dengan cara perhitungan perkiraan kebutuhan PTDI dalam meng-impor barang atau bahan untuk pembuatan pesawat di Indonesia.

Konsetrasi PT. Dirgantara Indonesia saat ini adalah perakitan pesawat *Multi-Purpose Aircraft* yaitu pesawat N219, merupakan pesawat buatan Indonesia digunakan sebagai transportasi kedaerah-daerah terpecil yang sulit di jangkau menggunakan pesawat berbadan lebar, dimaksudkan untuk mempercepat pertumbuhan ekonomi di Indonesia, selain sebagai alat transportasi udara N219 juga digunakan untuk pesawat pertahanan wilayah Indonesia.

PTDI saat ini sedang menargetkan untuk pembuatan sebanyak 24 pesawat pertahun untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri maupun perusahaan luar negeri yang sudah memesan pesawat N219. Kebutuhan akan barang/bahan akan lebih cepat dicapai dengan peng-imporan barang menggunakan Airbus Beluga XL.

Pengasumsian dilakukan dengan cara mengambil 100% dari berat pesawat N219 sebagai berat yang dibutuhkan PTDI untuk impor barang/bahan yang akan dibawa oleh Airbus Beluga XL sebagai acuan kedatangan pesawat Airbus Beluga XL di *runway* 3 Bandara Internasional Soekarno-Hatta, maka perhitunganya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Berat kebutuhan PTDI} &= \text{Berat Empty Weight N219} \\ &= 4.309 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total berat kebutuhan} &= 4.309 \text{ kg} \times 24 \text{ pesawat} \\ &= 103.406 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Kemampuan cargo A Beluga XL} = 50.500 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Kedatangan A Beluga XL} &= 103.406 \text{ kg} / 50.500 \text{ kg} \\ &= 3x \text{ Kedatangan} \end{aligned}$$

Maka dari perhitungan yang ada diatas dapat disimpulkan bahwa kedatangan pesawat Airbus Beluga XL hanya datang 3x selama satu tahun di Bandara Internasional Soekarno-Hatta.

Perencanaan perkerasan lentur pada program FAARFIELD membutuhkan data rata-rata pergerakan pesawat perkeberangkatan (*Annual Departure*), rata-rata tren perkembangan (*Annual Growth*), dan nilai CBR untuk mendapatkan tebal perkerasan yang menjadi *output* dari program bantu FAARFIELD.

Pada *runway* 3 Bandara Internasional Soekarno-Hatta berdasarkan data yang didapatkan dari PT. Angkasa Pura II nilai CBR pada kondisi eksisting adalah 6% dan *Annual Departure* dapat dilihat pada Tabel 4.9 sedangkan *Annual Growth* sudah dihitung pada Tabel 4.5.

Tabel 4.11 Rata-rata Keberangkatan Pesawat

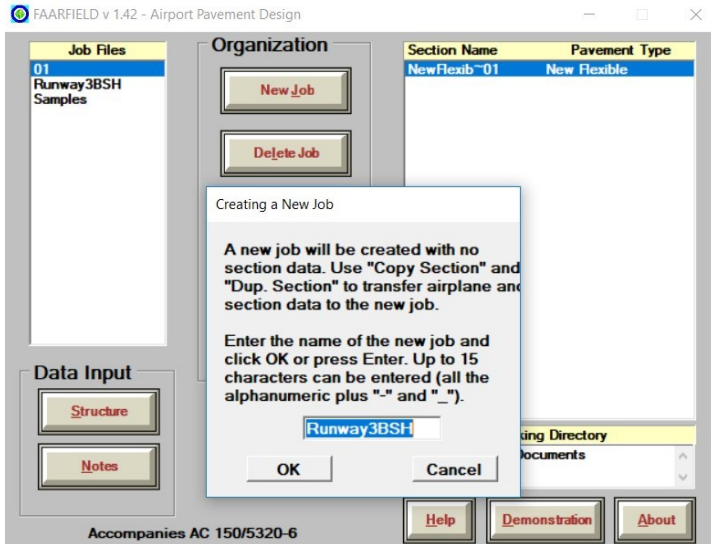
Runway 3 (Utara)	Rata-rata Keberangkatan
737-400	5460
Bombardier crj1000	1229
EMBRAER E-190	198
A319-100	201
A321-100	495
737-700	192
737-800	79481
A320-200	36462
A Beluga-XL	3

Perhitungan tebal perkerasan lentur dilakukan sebanyak dua kali, yang pertama menghitung tebal perkerasan tanpa memasukan Airbus Beluga XL dalam *Traffic Mix*, yang kedua menghitung tebal perkerasan dengan memasukan Airbus Beluga XL dalam *Traffic Mix*. Hal ini di maksudkan untuk mengetahui apakah tebal perkerasan yang dihasilkan dalam perhitungan tanpa Airbus Beluga XL dimasukan pada *Traffic Mix* sudah mampu untuk menerima adanya kedatangan Airbus Beluga XL.

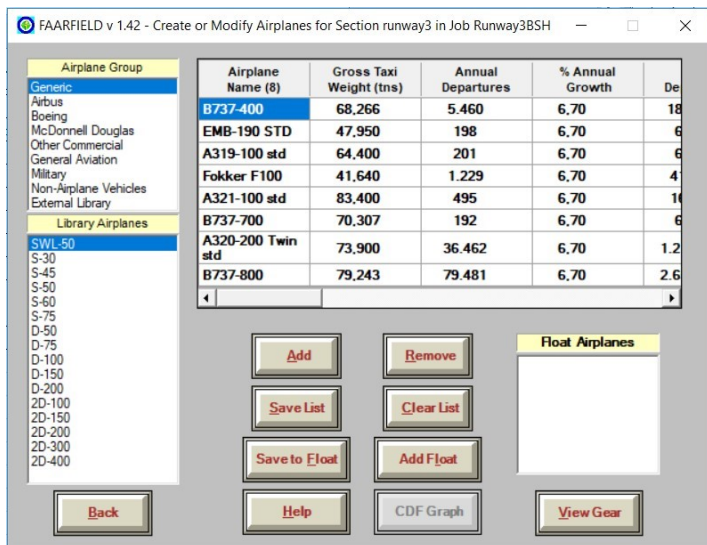
4.4.1 Perencanaan Perkerasan tanpa Airbus BelugaXL

Perencanaan perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) dilakukan menggunakan program bantu FAARFIELD (*Federal Aviation Administration Rigid and Flexible Iterative Elastic Layered Design*) dengan perencanaan dari masing-masing pesawat rencana yang akan beroperasi di *Runway 3* Bandara Internasional Soekarno Hatta. Program bantu FAARFIELD akan secara otomatis menghitung mendapatkan tebal rencana konstruksi perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) pada *runway 3*. Gambar 4.8 menunjukkan muka input perencanaan tebal perkerasan lentur.

Tahapan selanjutnya adalah memasukan pesawat rencana, pada perencanaan ini yang akan digunakan adalah tipe pesawat Boeing 737-400, Bombardier CRJ1000, Embraer E-190, Airbus 319-100, Airbus 321-100, Boeing 737-700, Boeing 737-800, Airbus 320-200. Lalu memasukan %*Annual Growth* yaitu sebesar 6,7% dan *Annual Departure* dari masing-masing tipe pesawat dilihat dari Tabel 4.10. Gambar 4.9 akan menunjukkan hasil input pesawat rencana dari data-data yang dimiliki pada perencanaan *runway 3*.



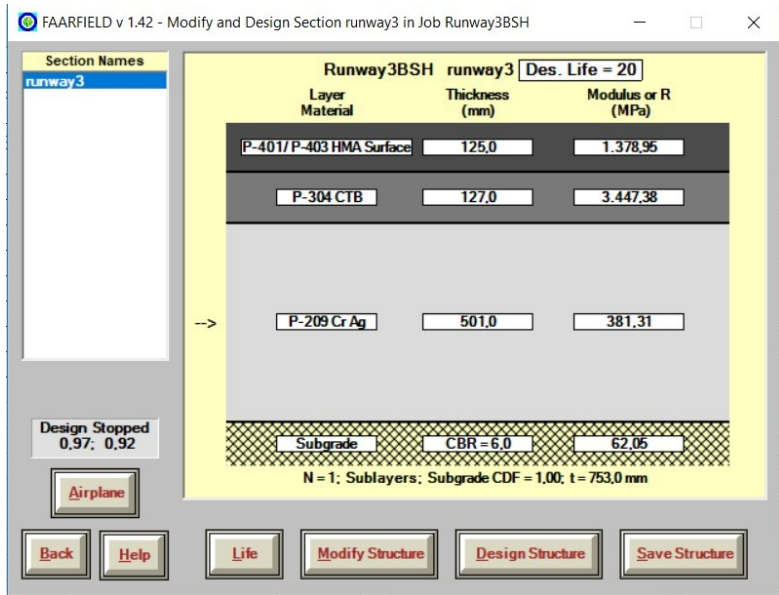
Gambar 4.8 Muka Input Program FAARFIELD



Gambar 4.9 Hasil Input Data Pesawat Rencana

Setelah melakukan input data pesawat rencana, selanjutnya menentukan dan mendesain struktur perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) beserta material yang akan digunakan dalam perencanaan tebal perkerasan. Sesuai dengan DED *runway 3* Bandara Internasional Soekarno-Hatta (lampiran 3), material yang akan digunakan dari *subbase course*, *base course* dan *surface course* adalah *Garnular Base Course* (P-209), *Cement Treated Base Course* (P-304) dan *Asphalt Hotmix* (P-401), jenis material ini merupakan *Standarts for Specifying Construction of Airport* yang disarankan oleh *AC 150/5320-6F* pada perkerasan ini material (P-304) merupakan *Stabilized Base Course* yang dibutuhkan ketika salah satu pesawat yang ada dalam *Traffic Mix* memiliki *Gross Loads* sebesar 45,359 kg dan dibawah lapisan *Stabilized Base Course* ada lapisan *Sub Base* yang pada perencanaan *Runway 3* Bandara Internasional Soekarno-Hatta menggunakan (P-209) sebagai standar material untuk perencanaan *Flexible Pavement* selanjutnya setelah mengetahui material yang digunakan, masukan nilai CBR sebesar 6% pada kolom *Subgrade*, setelah semua data di input, program dapat di *run* untuk mendapatkan tebal perkerasan lentur *runway 3* Bandara Intenasional Soekarno-Hatta. Gambar 4.10 menunjukkan hasil tebal perkerasan yang di butuhkan.

Hasil tebal perkerasan pada Gambar 4.10 merupakan hasil input perhitungan berdasarkan standar FAA 150/5320-6E menggunakan program bantu FAARFIELD, diperoleh tebal lapisan *subbase course* sebesar 501 mm, kemudian lapisan *base course* diperoleh tebal sebesar 127 mm dan lapisan *surface course* dengan tebal 125 mm, sehingga total tebal rencana perkerasan yang dibutuhkan *runway 3* yaitu sebesar 753 mm. Rekap perhitungan tebal perkerasan menggunakan program bantu FAARFIELD dapat dilihat pada Tabel 4.10.



Gambar 4.10 Hasil Tebal Perkerasan

Tabel 4. 12 Tebal Rencana Perkerasan Runway 3

Program Bantu FAARFIELD	
<i>Surface Course</i>	125 mm
<i>Base Course</i>	127 mm
<i>Subbase Course</i>	501 mm
Total Tebal Perkerasan	753 mm

Perencanaan tebal perkerasan lentur *runway 3* Bandara Internasional Soekarno-Hatta dengan menggunakan program bantu FAARFIELD diperoleh tebal perkerasan diatas *Subgrade* sebesar 753 mm.

4.4.2 Perencanaan Perkerasan dengan Airbus BelugaXL

Perbedaan yang ada dalam perencanaan yang kedua hanya terdapat perbedaan pada input *Traffic Mix* dengan memasukkan pesawat Airbus Beluga XL kedalamnya. Pada Gambar 4.11 dapat dilihat hasil input data pesawat rencana dengan memasukkan pesawat Airbus Beluga XL.

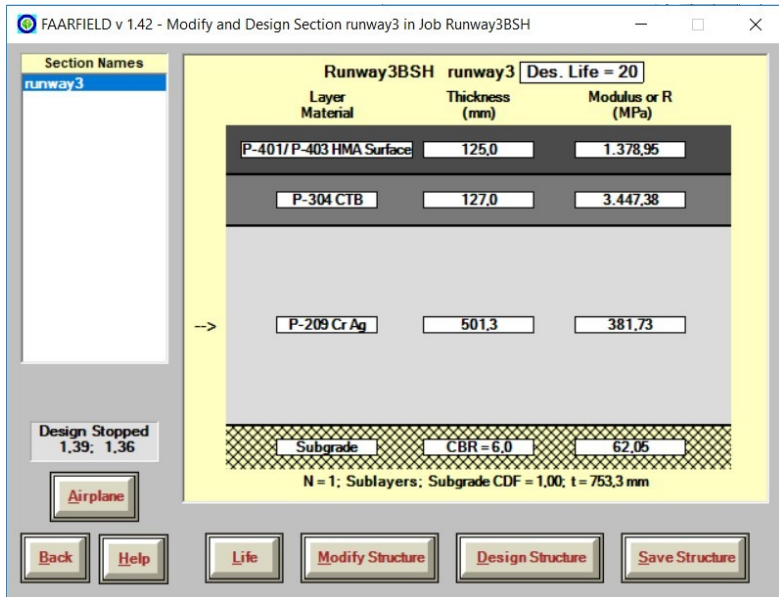
The screenshot shows the FAARFIELD v 1.42 software interface. The main window title is "FAARFIELD v 1.42 - Create or Modify Airplanes for Section runway3 in Job Runway3BSH". The interface is divided into several sections:

- Airplane Group:** A list of categories including Generic, Airbus, Boeing, McDonnell Douglas, Other Commercial, General Aviation, Military, Non-Airplane Vehicles, and External Library. The "Library Airplanes" section is expanded, showing a list of aircraft models such as A318-100 std, A318-100 opt, A319-100 std, A319-100 opt, A320-100, A320-200 Twin std, A320-200 Twin opt, A320 Bogie, A321-100 std, A321-100 opt, A321-200 std, A321-200 opt, A330-200 std, A330-200 opt, A330-200FR, A330-200FP, and A330-300 std.
- Table:** A table with the following columns: Airplane Name (9), Gross Taxi Weight (tns), Annual Departures, and % Annual Growth. The data rows are:

Airplane Name (9)	Gross Taxi Weight (tns)	Annual Departures	% Annual Growth
EMB-190 STD	47,950	198	6.70
A319-100 std	64,400	201	6.70
Fokker F100	41,640	1.229	6.70
A321-100 std	83,400	495	6.70
B737-700	70,307	192	6.70
A320-200 Twin std	73,900	36.462	6.70
B737-800	79,243	79.481	6.70
A330-300 std	227,000	3	6.70
- Buttons:** A set of control buttons including "Add", "Remove", "Save List", "Clear List", "Save to Float", "Add Float", "Back", "Help", "CDF Graph", and "View Gear".
- Float Airplanes:** A separate list on the right side showing aircraft models: B737-400, EMB-190 STD, A319-100 std, Fokker F100, A321-100 std, B737-700, A320-200 Twin std, and B737-800.

Gambar 4.11 Hasil Input Data Pesawat Rencana

Langkah pengerjaan yang dilakukan sama seperti perencanaan sebelumnya, Setelah melakukan input data pesawat rencana, selanjutnya menentukan dan mendesain struktur perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) beserta material yang akan digunakan dalam perencanaan tebal perkerasan, setelah semua data di input, program dapat di *run* untuk mendapatkan tebal perkerasan lentur *runway 3* Bandara Intenasional Soekarno-Hatta. Gambar 4.12 menunjukkan hasil tebal perkerasan yang di butuhkan.



Gambar 4.12 Hasil Tebal Perkerasan

Hasil tebal perkerasan pada Gambar 4.12 merupakan hasil input perhitungan berdasarkan standar FAA 150/5320-6E menggunakan program bantu FAARFIELD, diperoleh tebal lapisan *subbase course* sebesar 501,3 mm, kemudian lapisan *base course* diperoleh tebal sebesar 127 mm dan lapisan *surface course* dengan tebal 125 mm, sehingga total tebal rencana perkerasan yang dibutuhkan *runway 3* yaitu sebesar 753,3 mm. Rekap perhitungan tebal perkerasan menggunakan program bantu FAARFIELD dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.13 Tebal Rencana Perkerasan Runway 3

Program Bantu FAARFIELD	
<i>Surface Course</i>	125 mm
<i>Base Course</i>	127 mm
<i>Subbase Course</i>	501,3 mm
Total Tebal Perkerasan	753,3 mm

Hasil tebal yang dihasilkan pada perkerasan lentur *runway 3* Bandara Internasional Soekarno-Hatta diperoleh tebal perkerasan diatas *Subgrade* sebesar 753,3 mm. Namun hasil dengan komposisi tebal perkerasan seperti ini dianggap tidak mendukung pelaksanaan di lapangan maka dilakukan pembulatan ke atas. Untuk memudahkan pelaksanaan di lapangan dilakukan proses *Trial and error* di dalam software COMFAA menggunakan komposisi tebal perkerasan baru yang mempunyai nilai PCN sama atau mendekati hasil PCN yang didapat dari tebal perkerasan lentur sebelum dibulatkan. Maka tebal perkerasan baru yang dimasukkan kedalam software COMFAA didapatkan hasil seperti pada tabel 4.13.

Tabel 4.14 Tebal Rencana Baru Perkerasan Runway 3

Program Bantu FAARFIELD	
<i>Surface Course</i>	125 mm
<i>Base Course</i>	127 mm
<i>Subbase Course</i>	502 mm
Total Tebal Perkerasan	754 mm

a. Menghitung PCN Menggunakan Tebal Perkerasan Sebelum dibulatkan

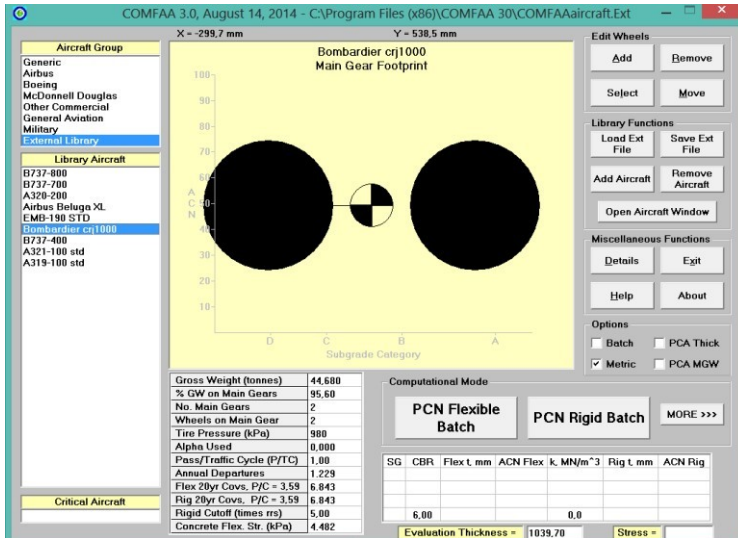
Nilai PCN rencana yang didapat dari tebal perkerasan sebelum dibulatkan yaitu sebesar 753,3 mm, dimasukkan ke program *Spreadsheet* sebagai *Existing Layer* untuk mengetahui nilai *Evaluation Thickness* sebagai input kedalam program COMFAA, dapat dilihat pada Gambar 4.13 merupakan tampilan *SpreadSheet*.

The screenshot displays the COMFAA software interface. The main window shows a data table with columns for Reference Guidance, Flexible Pavement Structure Items, Convert to P-209, Convert to P-154, Existing Flexible Pavement Layers, ENTER Existing Layer Thickness, and <100kpsi? Convert All to Req'd. The table lists various pavement layers (P-401/3, P-306 ECONOCRTE, P-304 CEM TRTD, P-209 Cr AGG, P-208 Agg, P-211, P-301 SOIL-CEM, P-154 Subbase) with their respective thicknesses and CBR values. A total equivalent thickness of 1039.7 mm is calculated. To the right, a cross-section diagram shows the pavement structure from surface to subgrade, including layers P-401, P-304, P-209, P-154, and Subgrade CBR 6.0. Below the table, there are input fields for Loc_ID, Pavement ID, and Project Details. The COMFAA Inputs section shows Evaluation thickness t = 1,040 mm, Evaluation CBR = 6,0, and Recommended PCN Codes: F/C/X.

Reference Guidance	Flexible Pavement Structure Items	Convert to P-209	Convert to P-154	Existing Flexible Pavement Layers	ENTER Existing Layer Thickness	<100kpsi? Convert All to Req'd
AC 150/5335-5C App B Figs A2-2	P-401/3 P 403	1,6	Use FAA Std Factors	P-401/3	125,0 mm	1024,5
	P-306 ECONOCRTE	1,2		P-306	0,0 mm	76,2
	P-304 CEM TRTD	1,2	n/a	P-304	127,0 mm	1,2
	P-209 Cr AGG	1,0	1,4	P-209	501,3 mm	811,1
	P-208 Agg, P-211	1,0	1,2	P-208	0,0 mm	152,4
	P-301 SOIL-CEM	n/a	1,0	P-301	0,0 mm	811,1 Max.GW
	P-154 Subbase	n/a	1,0	P-154	0,0 mm	1,0 to 1 Quat
Equivalent Thickness, mm				Subgrade CBR...	6,0	1039,7
P-401/3				76,2		
P-209				152,4		
P-154				811,1		
Total				1039,7		
ENTER Ref.Section Requirements						
P-401 reference t	76,20	mm				
P-209 reference t	152,40	mm				

Gambar 4.13 Mendapatkan nilai *Evaluation Thickness*

Tebal yang dimasukkan kedalam program COMFAA adalah sebesar 1039,7 mm sebagai *Evaluation Thickness*, selanjutnya melakukan *run* program untuk mengetahui nilai PCN. Dapat dilihat pada Gambar 4.14 merupakan tampilan untuk memasukkan data pesawat dan data perkerasan sedangkan Gambar 4.15 adalah hasil *Output* dari program bantu COMFAA.



Gambar 4.14 *Input* data pesawat dan perkerasan

ICAO ACN Computation, Detailed Output

Unit Conversions Show Alpha Show Ext File

Single Aircraft ACN Flexible Rigid

Other Calculation Modes PCN ACN Batch

Save PCN Output to a Text File

Results Table 2. PCN Values

No.	Aircraft Name	Critical Aircraft Total Equiv. Covs.	PCN on C(6)
1	B737-800	487.731	54,9
2	B737-700	>5,000,000	44,7
3	A320-200	3.372.716	47,6
4	Airbus Beluga XL	10.021	80,8
5	EMB-190 STD	>5,000,000	34,1
6	Bombardier crj1000	>5,000,000	32,0
7	B737-400	>5,000,000	46,7
8	A321-100 std	197.898	58,7
9	A319-100 std	>5,000,000	37,7

Gambar 4.15 Nilai PCN dari *Output* Program COMFAA

Dari hasil *Output* program didapatkan PCN senilai 80,8 dari tebal perkerasan setebal 753,3. Selanjutnya perhitungan nilai PCN dilakukan ketika tebal perkerasan sudah dibulatkan.

b. Menghitung PCN Menggunakan Tebal Perkerasan Setelah Dibulatkan

Cara perhitungan yang dilakukan sama seperti perhitungan dengan tebal perkerasan sebelum dibulatkan. Pada perhitungan ini didapatkan nilai *Evaluation Thickness* sebesar 1040,7, nilai ini akan dimasukkan ke dalam program COMFAA untuk mendapatkan nilai PCN menggunakan tebal perkerasan baru. Hasil *Output* dari program COMFAA dapat dilihat pada gambar 4.16.

No.	Aircraft Name	Critical Aircraft Total Equiv. Covs.	PCN on C(6)
1	B737-800	487.509	55,0
2	B737-700	>5,000,000	44,8
3	A320-200	3.399.744	47,7
4	Airbus Beluga XL	9.907	81,0
5	EM8-190 STD	>5,000,000	34,1
6	Bombardier crj1000	>5,000,000	32,0
7	B737-400	>5,000,000	46,8
8	A321-100 std	196.998	58,8
9	A319-100 std	>5,000,000	37,7

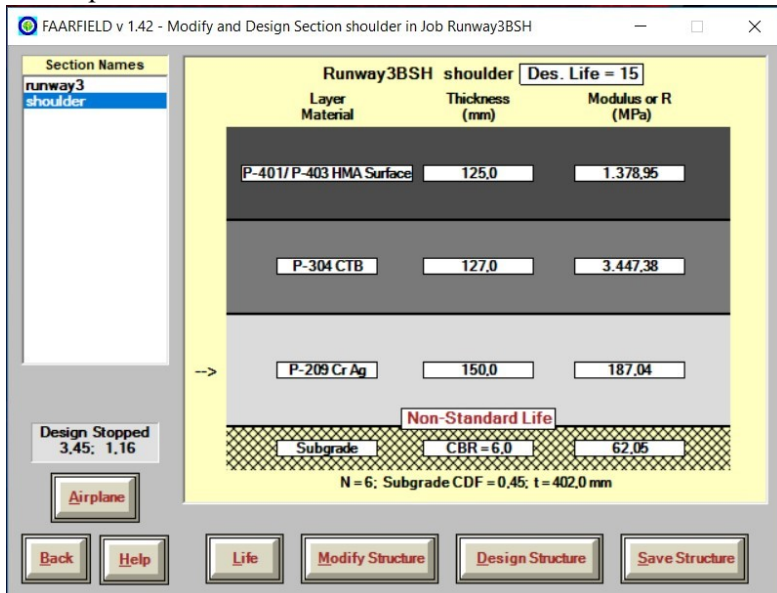
Gambar 4.16 Nilai PCN baru dari *Output* Program COMFAA

Dapat dilihat dari kedua hasil *Output* program, pada PCN menggunakan perkerasan lentur setebal 753,3 mm menghasilkan PCN senilai 80,8 dan dengan perkerasan perkerasan lentur setebal 754 mm menghasilkan PCN 81, maka dapat dipilih tebal perkerasan lentur yang digunakan adalah 754 mm karena memenuhi kebutuhan dari segi pelaksanaan di lapangan dan segi kebutuhan PCN untuk Bandara Internasional Soekarno-Hatta.

c. Perencanaan Perkerasan Bahu Runway

Dalam perkerasan *Runway* terbagi dua area yaitu *Critical Area* dan *Non Critical Area*. *Critical Area* berada pada sepanjang *Runway* sedangkan *Non Critical Area* berada di bahu *Runway* yang

tidak membutuhkan tebal perkerasan untuk menerima semua beban pesawat. Tebal yang dihasilkan pada perhitungan sub bab 4.4.2 merupakan perhitungan untuk *Critical Area*, maka untuk menghitung pada *non Critical Area* juga menggunakan program FAARFIELD namun hanya memasukan data pesawat rencana yaitu Airbus Beluga XL, maka hasil ouput yang di dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 4.17



Gambar 4.17 Hasil Tebal Perkerasan untuk bahu *Runway*

diperoleh tebal lapisan *subbase course* sebesar 150 mm, kemudian lapisan *base course* diperoleh tebal sebesar 127 mm dan lapisan *surface course* dengan tebal 125 mm, *sehingga* total tebal rencana perkerasan yang dibutuhkan bahu *Runway 3* yaitu sebesar 402 mm.

4.5 Perencanaan Perkerasan *Runway 3* Menggunakan Program Bantu COMFAA

Perencanaan perkerasan menggunakan COMFAA dilakukan untuk membandingkan hasil perhitungan tebal perkerasan dengan program bantu FAARFIELD yang sudah dilakukan sebelumnya.

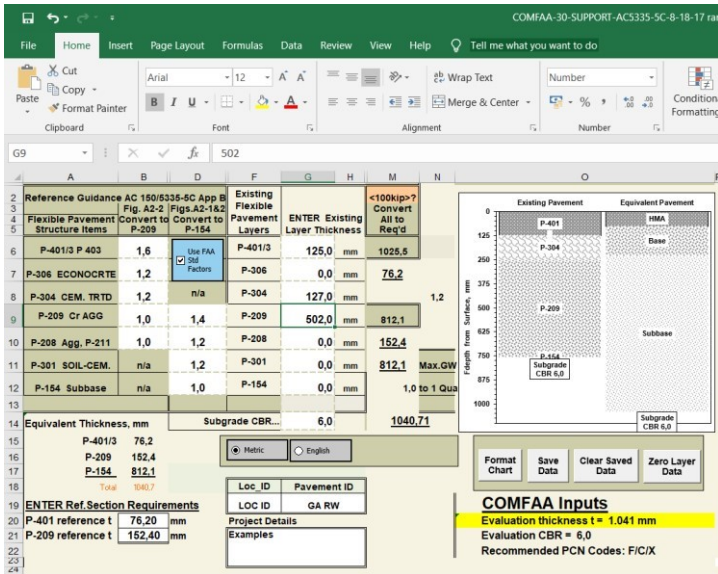
Dari data tebal perkerasan lentur *runway 3* Bandara Internasional Soekarno-Hatta menggunakan program bantu FAARFIELD dengan nilai CBR sebesar 6% didapatkan, tebal *subbase course* sebesar 502 mm, tebal *base course* sebesar 127 mm, dan tebal *surface course* 125 mm, tetapi terdapat perbedaan material perkerasan yang digunakan pada COMFAA dan FAARFIELD maka pada program bantu COMFAA ada program tambahan yaitu *spreadsheets* berbentuk *excel* dalam membantu mengkonversi perbedaan material tersebut.

Input data pada *spreadsheet* COMFAA pada *runway* Bandara Internasional Soekarno-Hatta dapat dilihat pada tabel 4.15

Tabel 4.15 *Input data spreadsheet*

Jenis Lapisan	Ketebalan	Kode Perkerasan COMFAA
<i>Surface Course</i>	125 mm	P-401/3
<i>Base Course</i>	127 mm	P-304 CTB
<i>Subbase Course</i>	502 mm	P-209 Cr Ag

Selanjutnya dari nilai karakteristik perkerasan tersebut dimasukkan kedalam program tambahan *spreadsheet* COMFAA dalam kolom *existing layer thickness* seperti terlihat pada Gambar 4.17 dan akan mendapatkan nilai *evaluation thickness* yang nantinya akan di *input* lagi ke program utama COMFAA.



Gambar 4.18 Tampilan *spreadsheet* COMFAA

Dari hasil *input* yang telah dilakukan pada *spreadsheet* COMFAA, setelah dimasukan nilai masing-masing tebal perkerasan, diperoleh nilai *evaluation thickness* sebesar 1041 mm. Angka tersebut nantinya akan dijadikan input dalam program COMFAA.

Langkah berikutnya adalah memasukan data-data struktur perkerasan dan beban lalu lintas pesawat serta pergerakan pesawat yang sama pada program bantu FAARFIELD. Seperti pada Gambar 4.18.

Setelah *input* data selesai dilakukan, klik tombol “PCN Flexible Batch” untuk menganalisis khusus perkerasan lentur. Kemudian hasil *output* yang dihasilkan dapat dilihat dengan menekan tombol “Details”.

Hasil kalkulasi disajikan dalam bentuk tabel yang mengandung informasi perhitungan. Gambar 4.19 merupakan hasil kalkulasi yang dihasilkan oleh program bantu COMFAA.

ICAO ACN Computation, Detailed Output

Unit Conversions

Show Alpha

Show Ext File

Single Aircraft ACN

Flexible
 Rigid

Other Calculation Modes

PCN
 ACN Batch

Thickness
 Life
 MGW

Save PCN Output to a Text File

Back

Results Table 2. PCN Values

No. Aircraft Name	Critical Aircraft Total Equiv. Covs.	Thickness		Maximum Allowable Gross Weight	ACN Thick at Max. Allowable Gross Weight	PCN on C(6)	
		For Total Equiv. Covs.	ACN Thick at Max. Allowable Gross Weight				
1 B737-800	487,509	997,4	85,216	857,57	0,2557	55,0	
2 B737-700	>5,000,000	1.012,0	73,753	774,23	0,0000	44,8	
3 A320-200	3.399,744	1.006,0	78,208	799,12	0,0160	47,7	
4 Airbus Beluga XL	9,907	973,0	288,883	1041,28	0,0009	81,0	
5 EMB-190 STD	>5,000,000	1.035,1	52,314	675,63	0,0000	34,1	
6 Bombardier crj1000	>5,000,000	1.007,3	47,469	654,60	0,0000	32,0	
7 B737-400	>5,000,000	1.011,7	71,758	791,30	0,0010	46,8	
8 A321-100 std	196,998	990,9	90,553	887,32	0,0040	58,8	
9 A319-100 std	>5,000,000	1.023,0	66,276	710,13	0,0000	37,7	
Total CDF =						0,2777	

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

No. Aircraft Name	Gross Weight	% GW on Main Gear	Tire Pressure	ACN	
				Thick	C(6)
1 B737-800	79,243	93,56	1.413	820,3	50,3
2 B737-700	70,307	91,70	1.413	750,8	42,1
3 A320-200	73,900	93,80	1.380	770,5	44,4
4 Airbus Beluga XL	227,000	95,74	1.420	973,6	70,8
5 EMB-190 STD	51,800	94,42	1.131	671,6	33,7
6 Bombardier crj1000	44,680	95,60	980	631,6	29,8
7 B737-400	66,266	93,82	1.276	767,5	44,0
8 A321-100 std	83,400	95,60	1.360	842,7	53,1
9 A319-100 std	64,400	92,60	1.190	697,4	36,4

Results Table 4. Summary Output for Copy and Paste Into the Support Spread Sheet

Gambar 4.20 Hasil kalkulasi nilai perkerasan lentur

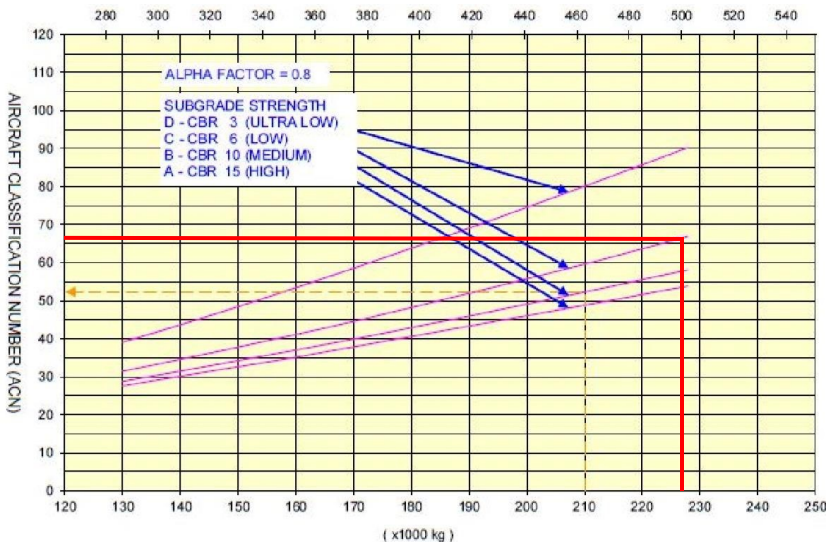
Dalam Gambar 4.19 terdapat tabel yang menunjukkan informasi mengenai PCN *value* berupa *critical aircraft total equiv covs*, *thickness for total equivs covs*, *maximum allowable gross wight*, *ACN thick at max allowable gross weight*, CDF, PCN on CDV. Selanjutnya nilai yang ada pada kolom *thickness for total equivs covs* (total tebal perkerasan cakupan rata-rata) setiap pesawat memiliki tebal perkerasan lebih kecil dari perkerasan evaluasi yaitu sebesar 1041 mm. Yang pertama yaitu pesawat Boeing 737-800 dengan kebutuhan tebal perkerasan sebesar 997,4 mm, yang kedua Boeing 737-700 dengan kebutuhan tebal perkerasan sebesar 1.012 mm, yang ketiga Airbus 320-200 dengan kebutuhan tebal perkerasan lentur sebesar 1.006 mm, yang keempat Boeing 737-400 dengan kebutuhan tebal perkerasan sebesar 1.001,7 mm, yang kelima pesawat Bombardier crj1000 dengan kebutuhan tebal perkerasan sebesar 1.007,3 mm, yang keenam pesawat EMB-190 std dengan kebutuhan tebal perkerasan sebesar 1.035 mm, yang ketujuh pesawat Airbus 319-100 dengan kebutuhan tebal perkerasan sebesar 1.023 mm, yang kedelapan pesawat Airbus Beluga XL dengan kebutuhan tebal perkerasan sebesar 973 mm, dan terakhir pesawat Airbus 321-100 dengan kebutuhan tebal perkerasan sebesar 990,9 mm.

Pada kolom *PCN* menunjukkan hasil PCN yang di dapat dari masing-masing jenis pesawat. Pada pesawat Boeing 737-800 didapatkan PCN sebesar 55, Boeing 737-700 didapatkan PCN sebesar 44,8, Airbus 320-200 didapatkan PCN sebesar 47,7, Boeing 737-400 didapatkan PCN sebesar 46,8, pesawat Bombardier crj1000 didapatkan PCN sebesar 32, pesawat EMB-190 std didapatkan PCN sebesar 34,1, pesawat Airbus 319-100 didapatkan PCN sebesar 37,7, pesawat Airbus Beluga XL didapatkan PCN sebesar 81 dan pesawat Airbus 321-100 didapatkan PCN sebesar 58,8. Maka diambil PCN terbesar yaitu pada Airbus Beluga XL sebagai PCN pada Runway 3 Bandara.

Jika dilihat pada hasil *output* program bantu COMFAA, tebal perkerasan tertinggi didapatkan hasil sebesar 1.035,1 mm sedangkan pada hasil *output* FAARFIELD setelah di evaluasi pada *spreadsheet* didapatkan hasil sebesar 952 mm, maka tebal yang digunakan untuk perkerasa *runway* 3 Bandara Internasional Soekarno-Hatta adalah sebesar 1041 mm.

4.5.1. Kontrol ACN-PCN *Runway* 3

Perhitungan *Aircraft Classification Number* dan *Pavement Classification Number* dibutuhkan untuk mengetahui apakah *PCN* yang direncanakan sudah kuat terhadap *ACN*, maka dalam perhitungan sebelumnya nilai *PCN* didapatkan nilai sebesar 81 sedangkan untuk nilai *ACN* didapat dari analisis menggunakan grafik yang ada pada *Aircraft Characteristics Airport and Maintenance Planning Beluga XL 2018* dengan menggunakan nilai CBR 6%. Analisa *ACN* dapat dilihat pada Gambar 4.20



Gambar 4.21 Grafik menentukan nilai *ACN*

Dari hasil yang dilihat pada Gambar 4.16 maka nilai *ACN* Airbus Beluga XL pada kondisi MTOW sebesar 227.000 kg dan kondisi CBR 6% didapatkan nilai *ACN* sebesar 67.

Dengan nilai *ACN* Airbus Beluga XL lebih kecil dari nilai *PCN* rencana pada Bandara Internasional Soekarno-Hatta, maka *Runway 3* mampu menerima kedatangan Airbus Beluga XL. Perbandingan *ACN* semua jenis pesawat dengan *PCN Runway 3* Bandara Internasional Soekarno-Hatta dapat dilihat pada tabel 4.16. Semua nilai *ACN* didapatkan dari rekap nilai *ACN* dan masing-masing manual pesawat (Lampiran 3)

Tabel 4.16 Perbandingan *ACN* dan *PCN*

Tipe Pesawat	ACN	PCN
737-400	45	81
Bombardier crj1000	25,1	
EMBRAER E-190	29	
A319-100	45	
A321-100	58	
737-700	44	
737-800	51	
A320-200	47	
A Beluga-XL	67	

Seperti yang dilihat pada tabel diatas dapat disimpulkan bahwa semua jenis pesawat yang akan beroperasi di *Runway 3* Bandara Internasional Soekarno-Hatta mampu diterima oleh perkerasan yang mempunyai nilai *PCN* sebesar 81.

Adapun dengan nilai *ACN* yang dihasilkan oleh masing-masing pesawat pada Tabel 4.16. *Runway* eksisting Bandara Internasional Soekarno-Hatta yaitu, *Runway 1* dan *Runway 2* mampu menerima kedatangan semua pesawat terutama untuk Airbus Beluga XL, dimana *Runway 1* dan *2* memiliki *PCN* senilai 120.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Hasil analisis dan evaluasi yang diketahui adalah kondisi *runway* 3 Bandara Soekarno-Hatta Internasional untuk kedatangan tipe pesawat baru yaitu Airbus Beluga XL menggunakan tipe perkerasan lentur (*flexible pavement*). Terdapat lima permasalahan yang harus diselesaikan dalam tugas akhir ini yaitu bagaimana kondisi geometrik *runway* 3, bagaimana kondisi *forecasting* untuk kondisi 20 tahun mendatang, bagaimana pembagian komposisi pesawat yang akan menggunakan *runway* 3, dan merencanakan tebal perkerasan serta nilai PCN yang dibutuhkan *runway* 3 menggunakan COMFAA dan FAARFIELD :

1. Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan panjang *runway* dengan menggunakan metode FAA, setelah dikalikan dengan faktor-faktor yang mempengaruhinya diperoleh panjang sebesar 3000 m.
2. Hasil Evaluasi *forecasting* untuk 20 tahun kedepan didapatkan *annual growth* sebesar 6,7% untuk kondisi optimis, -2,2% untuk kondisi pesimis dan 2,25% pada kondisi normal. Hasil yang digunakan hanya *annual growth* pada kondisi optimis.
3. Hasil analisa dalam pembagian tipe pesawat yang akan menggunakan *runway* 3 adalah pesawat tipe 737-400, Bombardier CRJ1000, Embraer E190, A319-100, A321-100, Airbus Beluga XL, Boeing 737-700, Boeing 737-800 dan Airbus 320-200.

4. Berdasarkan hasil perhitungan tebal perkerasan lentur (*flexible pavement*) dengan menggunakan program bantu FAARFIELD diperoleh tebal rencana perkerasan sebesar 754 mm yang terdiri dari lapisan *subbase course* sebesar 502 mm, kemudian lapisan *base course* diperoleh tebal sebesar 127 mm dan lapisan *surface course* dengan tebal 125 mm.
5. Pada program bantu COMFAA didapatkan hasil sebesar 1041 mm untuk total tebal perkerasan lentur, dan perhitungan PCN didapatkan hasil terbesar dari pesawat Airbus Beluga XL yaitu 81. Maka nilai tebal perkerasan dan PCN *runway* 3 Bandara Internasional Soekarno-Hatta adalah 1041 mm dan 81.

5.2 Saran

1. Perencanaan perkerasan lentur dalam perhitungan pada tugas akhir ini belum memperhatikan kondisi pelaksanaan di lapangan, perencanaan selanjutnya diharapkan ada pembahasan mengenai metode pelaksanaan konstruksi.
2. Perhitungan menggunakan *Software* harus diperhatikan secara teliti dalam peng-*input* an data.
3. Perkembangan tipe pesawat yang semakin pesat memaksa fasilitas bandar udara juga semakin sempurna dalam pelayanan, hal ini dapat dijadikan acuan dalam analisis yang lebih detail terhadap perkembangan transportasi udara di dunia.

DAFTAR PUSTAKA

- Aviation, Federal. 2014. "Advisory Circular."
- Bhalla, Amandeep Singh B, Amit A Vankar, and L B Zala. 2013. "Runway Pavement Design of a Proposed Airport with the Use of FAARFIELD Software." (6): 44–49.
- Characteristics, Aircraft, and Maintenance Planning. "Beluga XL." (1).
- Condé, Mayara, Rocha Murça, and R John Hansman. 2018. "Predicting and Planning Airport Acceptance Rates in Metroplex Systems for Improved Traffic Flow Management Decision Support ☆." *Transportation Research Part C* 97(October): 301–23. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2018.10.020>.
- Departemen Perhubungan. 2005. SKEP/77/VI/
- Design, Airport Pavement. 2016. "Advisory Circular."
- Gelhausen, Marc C, Peter Berster, and Dieter Wilken. 2018. "Journal of Air Transport Management A New Direct Demand Model of Long-Term Forecasting Air Passengers and Air Transport Movements at German Airports." *Journal of Air Transport Management* 71(April): 140–52. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2018.04.001>.
- International Civil Aviation Organization. 2016. I Convention on International Civil Aviation *ICAO Annex 14 Aerodromes*. [http://cockpitdata.com/Software/ICAO Annex 14 Volume 1 7th Edition 2016](http://cockpitdata.com/Software/ICAO%20Annex%2014%20Volume%201%207th%20Edition%202016).

- L . Sindu Chowhan , K . Vinay Kumar , R . Srinivasa Kumar
Department of Civil Engineering , College of Engineering ,
Osmania University, Hyderabad. 2018. “RUNWAY
ORIENTATION AND DESIGNING.” 17(2): 136–41.
- Leinbach, Thomas R., and John T. Bowen. 2004. “Air Cargo
Services and the Electronics Industry in Southeast Asia.”
Journal of Economic Geography 4(3): 299–321.
- Mullick, Satinder K, and Donald D Smith. 2019. “How to Choose
the Right Forecasting.” : 1–29.
- Nieto, María Rosa, and Rafael Bernardo Carmona-benítez. 2018.
“Journal of Air Transport Management ARIMA + GARCH
+ Bootstrap Forecasting Method Applied to the Airline
Industry.” *Journal of Air Transport Management* 71(May):
1–8. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2018.05.007>.
- Patil, Prof Resha et al. 2016. “Airport Runway Design
Engineering.” (January): 167–69.
- Santoso, S. E., D. Sulistiono, and A. F. Mawardi. 2017.
“Comparison Study on Flexible Pavement Design Using
FAA (Federal Aviation Administration) and LCN (Load
Classification Number) Code in Ahmad Yani International
Airport’s Runway.” *IOP Conference Series: Materials
Science and Engineering* 267(1).
- Shiao, Guo Chou, and Cherng Chwan Hwang. 2013. “Analyzing
Competition of International Air Cargo Carriers in the Asian
General Air Cargo Markets.” *Transport Policy* 27: 164–70.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.tranpol.2013.02.001>.
- Sundeeep Chowdary Daggubati, Nazneen, Subham Sharma, and
Sulabh raj gurung. 2014. “Runway Design and Structural
Design of an Airfield Pavement. \n.” *IOSR Journal of
Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)* 11(2): 10–
27. <http://www.iosrjournals.org/iosr-jmce/papers/>

- Ugnenko, Evgeniya, Elena Perova, Yelizaveta Voronova, and Gintas Viselga. 2017. "Improvement of the Mathematical Model for Determining the Length of the Runway at the Stage of Aircraft Landing." *Procedia Engineering* 187: 733–41. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.448>.
- Wakhale, Kaustubh, Sameer Surve, and Rohit Shinde. 2014. "Design of Airport Runway by International Standards 1." (3): 106–10.
- White, Greg, Helen Fairweather, and Ali Jamshidi. 2018. "Sustainable Runway Pavement Rehabilitation: A Case Study of an Australian Airport." *Journal of Cleaner Production* 204: 380–89. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.305>.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Lampiran 1 Data Penerbangan



TIPE PESAWAT BERDASARKAN NARROW BODY & WIDE BODY BANDARA SOEKARNO HATTA TAHUN 2012

No.	Jenis Pesawat	P e s a w a t		TOTAL	%
		DTG	BKT		
1	737-200C	5707	6608	12.315	3%
2	737-300	18088	20943	39.031	10%
3	737-400	17041	19730	36.771	10%
4	737-500	3334	3860	7.194	2%
5	737-700	108	125	233	0%
6	737-800	51579	59719	111.298	29%
7	737-900 ER	52151	60381	112.532	30%
8	747-400	1535	1777	3.312	1%
9	767-200ER	0	0	0	0%
10	777-200ER	2246	2600	4.846	1%
11	777-300	3136	3631	6.767	2%
12	A300-300	1282	1484	2.766	1%
13	A310-200	225	261	486	0%
14	A320-200	10739	12434	23.173	6%
15	A321-100	231	267	498	0%
16	A330-200	3702	4286	7.988	2%
17	A330-300ER	3189	3692	6.881	2%
18	A340-200	154	178	332	0%
19	A340-300	631	731	1.362	0%
20	A340-500	3	3	6	0%
21	A319-100	266	308	574	0%
22	A300-600	31	36	67	0%
23	Beech 1900C	350	405	755	0%
24	767-300	364	421	785	0%
25	787-800	0	0	0	0%
26	787-900	0	0	0	0%
27	BOMBARDIER CRJ1000	1	1	2	0%
28	EMBRAER E-190	1	1	2	0%
30	MD-82	529	612	1.141	0%
Total		176.623	204.497	381.120	100%

**TIPE PESAWAT BERDASARKAN NARROW BODY & WIDE BODY
BANDARA SOEKARNO HATTA
TAHUN 2013**

No.	Jenis Pesawat	P e s a w a t		TOTAL	%
		DTG	BKT		
1	737-200C	1159	1151	2.310	1%
2	737-300	10255	10180	20.435	5%
3	737-400	9571	9501	19.072	5%
4	737-500	10192	10118	20.310	5%
5	737-700	41	41	82	0%
6	737-800	63308	62847	126.155	32%
7	737-900 ER	54915	54515	109.430	27%
8	747-400	1297	1288	2.585	1%
9	767-200ER	0	0	0	0%
10	777-200ER	2519	2501	5.020	1%
11	777-300	4250	4219	8.469	2%
12	A300-300	822	816	1.638	0%
13	A310-200	157	156	313	0%
14	A320-200	31415	31186	62.601	16%
15	A321-100	612	608	1.220	0%
16	A330-200	4184	4154	8.338	2%
17	A330-300ER	3450	3425	6.875	2%
18	A340-200	152	151	303	0%
19	A340-300	415	412	827	0%
20	A340-500	0	0	0	0%
21	A319-100	410	407	817	0%
22	A300-600	32	32	64	0%
23	Beech 1900C	523	519	1.042	0%
24	767-300	264	262	526	0%
25	787-800	0	0	0	0%
26	787-900	0	0	0	0%
27	BOMBARDIER CRJ1000	4	4	8	0%
28	EMBRAER E-190	0	0	0	0%
30	MD-82	498	494	992	0%
Total		200.445	198.985	399.430	100%

**TIPE PESAWAT BERDASARKAN NARROW BODY & WIDE BODY
BANDARA SOEKARNO HATTA
TAHUN 2014**

No.	Jenis Pesawat	P e s a w a t		TOTAL	%
		DTG	BKT		
1	737-200C	64	67	131	0%
2	737-300	7534	7892	15.426	4%
3	737-400	4918	5152	10.070	3%
4	737-500	8557	8963	17.520	4%
5	737-700	29	30	59	0%
6	737-800	67346	70544	137.890	35%
7	737-900 ER	50446	52842	103.288	26%
8	747-400	907	950	1.857	0%
9	767-200ER	9	9	18	0%
10	777-200ER	27	28	55	0%
11	777-300	6597	6910	13.507	3%
12	A300-300	1037	1086	2.123	1%
13	A310-200	160	168	328	0%
14	A320-200	30098	31527	61.625	16%
15	A321-100	627	657	1.284	0%
16	A330-200	5917	6198	12.115	3%
17	A330-300ER	3845	4028	7.873	2%
18	A340-200	136	142	278	0%
19	A340-300	501	525	1.026	0%
20	A340-500	0	0	0	0%
21	A319-100	377	395	772	0%
22	A300-600	39	41	80	0%
23	Beech 1900C	64	67	131	0%
24	767-300	613	642	1.255	0%
25	787-800	402	421	823	0%
26	787-900	0	0	0	0%
27	BOMBARDIER CRJ1000	351	368	719	0%
28	EMBRAER E-190	0	0	0	0%
30	MD-82	357	374	731	0%
Total		190.958	200.026	390.984	100%

**TIPE PESAWAT BERDASARKAN NARROW BODY & WIDE BODY
BANDARA SOEKARNO HATTA
TAHUN 2015**

No.	Jenis Pesawat	P e s a w a t		TOTAL	%
		DTG	BKT		
1	737-200C	3	3	6	0%
2	737-300	5221	5337	10.558	3%
3	737-400	2729	2789	5.518	1%
4	737-500	6825	6976	13.801	4%
5	737-700	29	30	59	0%
6	737-800	74827	76483	151.310	39%
7	737-900 ER	42655	43599	86.254	22%
8	747-400	826	844	1.670	0%
9	767-200ER	14	14	28	0%
10	777-200ER	2198	2247	4.445	1%
11	777-300	6589	6735	13.324	3%
12	A300-300	1104	1128	2.232	1%
13	A310-200	197	201	398	0%
14	A320-200	34445	35207	69.652	18%
15	A321-100	536	548	1.084	0%
16	A330-200	5775	5903	11.678	3%
17	A330-300ER	3582	3661	7.243	2%
18	A340-200	119	122	241	0%
19	A340-300	448	458	906	0%
20	A340-500	2	2	4	0%
21	A319-100	203	207	410	0%
22	A300-600	21	21	42	0%
23	Beech 1900C	450	460	910	0%
24	767-300	482	493	975	0%
25	787-800	716	732	1.448	0%
26	787-900	230	235	465	0%
27	BOMBARDIER CRJ1000	327	334	661	0%
28	EMBRAER E-190	257	263	520	0%
30	MD-82	382	390	772	0%
Total		191.192	195.423	386.615	100%

**TIPE PESAWAT BERDASARKAN NARROW BODY & WIDE BODY
BANDARA SOEKARNO HATTA
TAHUN 2016**

No.	Jenis Pesawat	P e s a w a t		TOTAL	%
		DTG	BKT		
1	757-200	163	166	329	0%
2	737-300	3308	3199	6.507	2%
3	737-400	386	366	752	0%
4	737-700	333	344	677	0%
5	737-800	88102	85965	174.067	42%
6	737-900 ER	43297	41775	85.072	21%
7	747-300 Combi	0	0	0	0%
8	747-400	328	304	632	0%
9	767-200ER	1	0	1	0%
10	777-200ER	1248	1235	2.483	1%
11	777-300	6272	6251	12.523	3%
12	777-300ER	11	10	21	0%
13	A300-300	349	344	693	0%
14	A310-200	53	53	106	0%
15	A320-200	41671	40866	82.537	20%
16	A321-100	422	462	884	0%
17	A330-200	5110	4941	10.051	2%
18	A330-300	5770	5707	11.477	3%
19	A340-200	41	43	84	0%
20	A340-300	96	95	191	0%
21	A340-500	0	0	0	0%
22	AIRBUS 350-900	450	452	902	0%
23	Airbus 319-100	80	83	163	0%
24	Airbus 319-200	0	0	0	0%
25	Airbus A300-600	4	5	9	0%
26	BOMBARDIER CRJ1000	1256	1215	2.471	1%
27	AIRBUS 380-800	0	0	0	0%
28	BOEING 777-FB5	9	2	11	0%
29	BOEING 767-300	430	451	881	0%
30	737-500	7398	7308	14.706	4%
31	BOEING 787-900	359	356	715	0%
32	boeing 787-800	1330	1313	2.643	1%
33	Beech 1900C	169	164	333	0%
34	MD-82	281	265	546	0%
35	MD-90-30	1	1	2	0%
36	EMBRAER E-190	666	645	1.311	0%
37	DORNIER 328-110	0	0	0	0%
38	737-200c	0	1	1	0%
Total		209.394	204.387	413.781	100%

**TIPE PESAWAT BERDARSARKAN NARROW BODY & WIDE BODY
BANDARA SOEKARNO HATTA
TAHUN 2017**

No.	Jenis Pesawat	P e s a w a t		TOTAL	%
		DTG	BKT		
1	727 - 200	25	26	51	0%
2	737-300	1981	1951	3.932	1%
3	737-400	397	410	807	0%
4	737-800	96455	96762	193.217	45%
5	737-900	38267	38672	76.939	18%
6	737-900 ER	0	0	0	0%
7	737 All Model	340	357	697	0%
8	747-400	82	65	147	0%
9	767-200	7	6	13	0%
10	767-300	312	322	634	0%
11	777-200	856	865	1.721	0%
12	777-300	6885	6914	13.799	3%
13	777-300ER	0	0	0	0%
14	777 All Model	11	11	22	0%
15	A320-200	45761	45904	91.665	21%
16	A321-100	566	587	1.153	0%
17	A330 All Model	61	59	120	0%
18	A330-200	3523	3550	7.073	2%
19	A330-300	4519	4539	9.058	2%
20	A340-300	3	3	6	0%
21	AIRBUS 350-900	501	503	1.004	0%
22	BOMBARDIER CRJ1000	2489	2522	5.011	1%
23	BOEING 777-FB5	12	9	21	0%
24	BOEING 757-200	160	165	325	0%
25	Boing 767 All Model	5	1	6	0%
26	BOEING 787-900	633	650	1.283	0%
27	boeing 787-800	1957	1970	3.927	1%
28	MD-82	321	356	677	0%
29	Boeing 737-500	6377	6388	12.765	3%
30	Beech 1900C	91	96	187	0%
31	EMBRAER E-190/195	462	478	940	0%
32	ATR 42/ ATR 72	6	6	12	0%
33	Airbus 319-200	0	0	0	0%
34	A330-300 ER	2.167	2.181	4.348	1%
Total		215.232	216.328	431.560	100%

**TIPE PESAWAT BERDARSARKAN NARROW BODY & WIDE BODY
BANDARA SOEKARNO HATTA
TAHUN 2018**

No.	Jenis Pesawat	P e s a w a t		TOTAL	%
		DTG	BKT		
1	727 - 200	0	0	0	0%
2	737-300	3346	3234	6.580	1%
3	737-400	437	271	708	0%
4	737-800	106035	104050	210.085	45%
5	737-900 ER	28170	28011	56.181	12%
6	737 All Model	418	419	837	0%
7	747-400	382	353	735	0%
8	767-200	67	68	135	0%
9	767-300	242	243	485	0%
10	777-200	908	916	1.824	0%
11	777-300	4801	4377	9.178	2%
12	777-300ER	2763	2784	5.547	1%
13	777 All Model	8	8	16	0%
14	A320-200	59166	58107	117.273	25%
15	A321-100	337	336	673	0%
16	A330 All Model	348	299	647	0%
17	A330-200	4815	4291	9.106	2%
18	A330-300	4133	4141	8.274	2%
19	A340-300	1	1	2	0%
20	AIRBUS 350-900	1082	1082	2.164	0%
21	BOMBARDIER CRJ1000	4507	4160	8.667	2%
22	BOEING 777-FB5	14	14	28	0%
23	BOEING 757-200	154	155	309	0%
24	Boing 767 All Model	13	12	25	0%
25	BOEING 787-900	865	865	1.730	0%
26	Boeing 787-800	2466	2468	4.934	1%
27	MD-82	571	442	1.013	0%
28	Boeing 737-500	5848	5716	11.564	2%
30	ATR 42/ ATR 72	33	14	47	0%
31	Antonov 12	13	13	26	0%
32	Globe master III	1	1	2	0%
33	A320 All Model	18	19	37	0%
35	Beech 1900C	99	72	171	0%
36	EMBRAER E-190/195	0	0	0	0%
37	BAE 126 400	4	5	9	0%
38	A330-300 ER	2243	1704	3.947	1%
39	Airbus 319-200	10	10	20	0%
40	BOMBARDIER CRK1000	47	45	92	0%
Total		234.365	228.706	463.071	100%

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Lampiran 2

PERHITUNGAN PANJANG RUNWAY MINIMUM									
Type Pesawat	ARFL (m)	Fe	Ft	Fs	Panjang minimum				
B737-400	2540	1,00227	1,1686	1,0015	2979,4				
B737-700	2042	1,00227	1,1686	1,0015	2395,3				
B737-800	2316	1,00227	1,1686	1,0015	2716,7				
EMB-190	2100	1,00227	1,1686	1,0015	2463,3				
CRJ1000	2120	1,00227	1,1686	1,0015	2486,8				
A319-100	1850	1,00227	1,1686	1,0015	2170,1				
A321-100	2250	1,00227	1,1686	1,0015	2639,3				
A320-200	2100	1,00227	1,1686	1,0015	2463,3				
Boeing XL	2500	1,00227	1,1686	1,0015	2932,5				

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



Model CL-600-2E25

Series 1000

AIRPORT PLANNING MANUAL

Volume 1

CSP D-020

MASTER

BOMBARDIER INC.
BOMBARDIER AEROSPACE COMMERCIAL AIRCRAFT
CUSTOMER SUPPORT

123 GARRATT BLVD., TORONTO, ONTARIO
CANADA M3K 1Y5

Copyright © 2009 – 2015 by Bombardier Inc.

All rights reserved. No part of this work may be reproduced or copied
in any form or by any means without written permission
of Bombardier Inc.

The Bombardier logo and Canadair are registered
trademarks of Bombardier Inc.

BOMBARDIER

Initial Issue: Aug 20/2009
Revision 8: Dec 17/2015



AIRPORT PLANNING MANUAL

Table 2 – ACN Flexible Pavement

Aircraft Weight	Subgrade Categories			
	Ultra Low Strength CBR=3	Low Strength CBR=6	Medium Strength CBR=10	High Strength CBR=15
	ACN	ACN	ACN	ACN
92300 lb (41867 kg)	28.38	25.10	22.60	21.74

- I. If the aircraft LCN for weight, tire pressure, and pavement (relative stiffness of thickness) is not more than 10% above the published pavement LCN, then the aircraft is allowed "unlimited" use of a runway.
- J. If the aircraft LCN is not in the limits, the aircraft can be considered for occasional use.

5. Rigid Pavement Requirements

- A. The pavement data necessary for this aircraft are from the fixed analysis of the loads applied to the Main Landing Gear (MLG) struts. Refer to Figures to find these loads through the stability limits of the aircraft (at rest on the pavement). The MLG loads are put into the pavement design tables (Table 3 and Table 4).
- B. An aircraft will have two Load Classification Numbers (LCN) for any given weight and tire pressure. One for rigid pavement (usually concrete) and the second for flexible pavement (usually layered asphalt).
- C. The tables show the LCN and loads, the Equivalent Single-Wheel Load (ESWL) compared to the pavement thickness for flexible pavement, as well as the loads against the radius of relative-stiffness for rigid pavements.
- D. Refer to Airplane Flight Manual (CSP D-012) for the maximum permissible CG limits and find the approximate average MLG load per side. Enter the total aircraft weight in the aircraft Weight column at the applicable aircraft CG, and use the applicable multiplier to find the gear load.
- E. Refer to Table 3 for the LCN Rigid Pavement data.
- F. Refer to Table 4 for the ACN Rigid Pavement data.
- G. The data included in the tables that follow is related to the International Civil Aviation Organization (ICAO) Document No. 9157-AN/901, Aerodrome Design Manual (Part 3 – Pavement), Second Edition 1983.



EMBRAER 190

EMBRAER S.A - P.O. BOX 8050
12227-901 SAO JOSE DOS CAMPOS - S.P.
BRAZIL
PHONE: + + 55 12 3927-7517
FAX: + + 55 12 3927-7546
<http://www.embraer.com>
e-mail: distrib@embraer.com.br

AIRPORT PLANNING MANUAL

In connection with the use of this document, Embraer does not provide any express or implied warranties and expressly disclaims any warranty of merchantability or fitness for a particular purpose.

This document contains trade secrets, confidential, proprietary information of Embraer and technical data subject to U.S. Export Administration Regulation ("EAR") and other countries export control laws and regulations. Diversion contrary to the EAR and other laws regulations is strictly forbidden. The above restrictions may apply to data on all pages of this document.

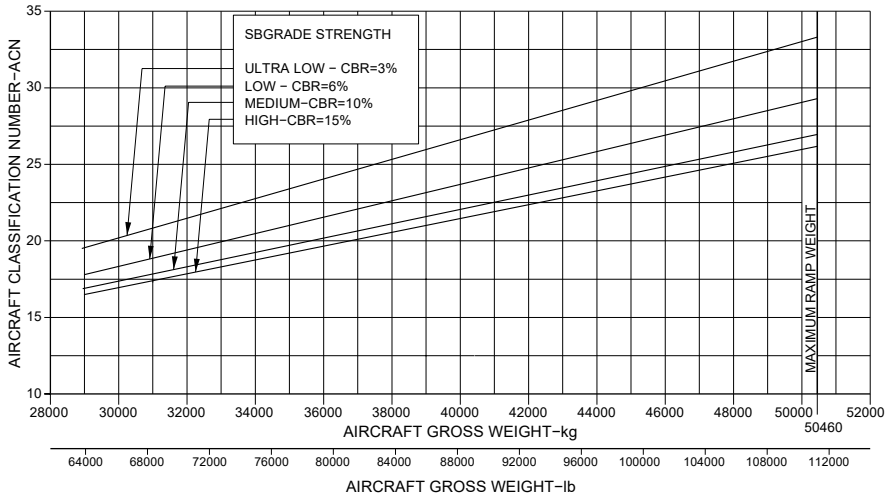
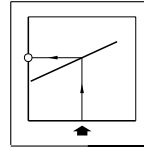
APM-1901
15 AUGUST 2005
REVISION 14 - 25 MAY 2018



EMBRAER 190 AIRPORT PLANNING MANUAL

FLEXIBLE PAVEMENT SUBGRADE

- NOTES:
- TIRE SIZE: H41 x 16-20 22 PR₂
 - TIRE PRESSURE: 10.34 kgf/cm² (147 psi) (UNLOADED)



ACN For Flexible Pavement
Figure 7.10

EM170APIM07089A.DGN

EFFECTIVITY: EMBRAER 190 LR ACFT MODEL

Section 7
Page 7-16
Oct 07/13

**Transport Canada
Technical Evaluation Engineering**

Aircraft Classification Numbers (ACN's)

To obtain the Aircraft Classification Numbers (ACN's) for an aircraft not included in this package, please contact our Technical Evaluation Engineering staff:

a) By Mail at:

Technical Evaluation Engineering (AARME)
Aerodrome Safety Branch
Transport Canada
330 Sparks Street
Tower C, Place de Ville
Ottawa, Ontario
Canada K1A 0N8

b) By Fax at: (613) 990-0508

c) By visiting our Transport Canada Internet web site at:

http://www.tc.gc.ca/aviation/aerodrome/techeval/index_e.htm

July, 2001

AIRCRAFT CLASSIFICATION NUMBERS (ACN's)

<i>Aircraft</i>	<i>Weight Max/Min (kN)</i>	<i>Tire Pressure (MPa)</i>	<i>Flexible Pavement Subgrades CBR</i>				<i>Rigid Pavement Subgrades k (MPa/m)</i>			
			<i>High</i>	<i>Medium</i>	<i>Low</i>	<i>Vr Low</i>	<i>High</i>	<i>Medium</i>	<i>Low</i>	<i>Ult Low</i>
			<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
			<i>15</i>	<i>10</i>	<i>6</i>	<i>3</i>	<i>150</i>	<i>80</i>	<i>40</i>	<i>20</i>
A300B, B2	1353 840	1.16	39 21	44 23	54 27	69 36	35 19	43 22	51 26	58 31
A300B4-200	1627 1236	1.28	50 35	57 38	69 46	86 60	46 32	56 38	66 45	75 51
A300B4-200 (Optional Bogie)	1627 1236	1.16	47 33	52 36	64 42	82 56	41 28	49 33	59 40	68 47
A300B4-600R	1693 1275	1.35	54 37	61 41	74 49	92 64	51 34	61 41	71 48	80 55
A300B4-600R (Optional Bogie)	1693 1275	1.21	50 35	56 38	69 45	88 60	44 30	54 36	64 43	74 50
A300C4	1627 1216	1.24	48 33	55 36	67 43	85 57	44 30	53 35	63 42	72 48
A310-200, 200C	1509 800	1.46	45 20	50 21	61 24	77 32	43 19	51 21	59 25	67 29
A310-300	1480 1108	1.19	44 30	50 33	61 39	77 52	40 27	48 32	57 38	65 44
A310-300	1549 1118	1.48	48 31	54 34	65 40	82 53	46 30	55 35	64 41	72 47
A310-300	1617 1118	1.29	50 31	57 34	69 40	86 53	47 28	56 33	66 39	75 45
A310-322 SR, BB	1500 1064	1.45	44 29	49 31	60 36	77 48	42 27	50 31	59 37	67 42
A310-324	1540 800	1.24	44 19	49 20	60 23	77 31	41 18	50 20	59 24	67 28
A310-325	1608 1100	1.38	48 30	54 32	66 38	84 50	46 27	55 32	64 38	73 44
A318-100	607 382	0.89	29 17	31 18	35 20	41 23	31 18	34 19	36 21	38 22
A319-100	632 382	0.89	30 17	32 18	36 19	42 23	31 17	34 19	37 20	39 22
A319-100	690 382	1.07	35 18	36 18	40 20	46 23	37 18	40 20	42 21	45 23

AIRCRAFT CLASSIFICATION NUMBERS (ACN's)

<i>Aircraft</i>	<i>Weight Max/Min (kN)</i>	<i>Tire Pressure (MPa)</i>	<i>Flexible Pavement Subgrades</i>				<i>Rigid Pavement Subgrades</i>			
			<i>CBR</i>				<i>k (MPa/m)</i>			
			<i>High</i>	<i>Medium</i>	<i>Low</i>	<i>Vr Low</i>	<i>High</i>	<i>Medium</i>	<i>Low</i>	<i>Ult Low</i>
			<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
			<i>15</i>	<i>10</i>	<i>6</i>	<i>3</i>	<i>150</i>	<i>80</i>	<i>40</i>	<i>20</i>
A319-100	744 382	1.38	39 18	40 18	45 20	50 23	44 20	46 21	49 22	51 24
A320-100	667 390	1.21	35 19	36 19	40 21	46 24	38 30	41 22	43 23	45 25
A320-200	725 402	1.03	37 19	39 19	44 21	50 25	40 20	43 21	45 23	48 24
A320-200	744 422	1.14	39 20	40 21	45 22	51 26	42 22	45 23	48 25	50 26
A320-200	759 441	1.44	41 22	42 22	47 24	53 28	46 24	49 26	51 27	53 29
A320-200 (Optional Bogie)	725 402	1.22	20 10	22 10	26 11	35 15	19 9	23 10	27 12	31 14
A320-212 (Optional 4-Wheel Bogie)	764 490	1.22	21 12	23 13	28 15	38 20	21 11	24 13	29 16	33 18
A321-100	769 461	1.28	42 23	44 24	49 26	55 30	47 26	50 27	52 29	54 30
A321-100	818 461	1.36	45 23	48 24	53 26	59 30	51 26	54 28	57 29	59 31
A321-200	877 461	1.46	49 23	52 24	58 26	63 30	56 26	59 28	62 29	64 31
A330-200	2137 1650	1.34	57 42	62 44	72 50	98 67	48 37	56 40	66 47	78 55
A330-200	2264 1650	1.42	62 42	67 45	78 50	106 67	53 37	61 41	73 48	85 55
A330-300	2088 1638	1.31	55 41	60 44	70 50	94 66	46 36	54 39	64 46	75 54
A330-300	2137 1657	1.33	57 41	61 44	71 50	96 66	47 37	55 40	65 46	77 54
A330-300	2264 1697	1.42	62 44	68 47	79 53	107 70	54 39	62 43	74 50	86 58
A340-200	2559 1657	1.32	56 33	61 35	71 39	96 50	47 31	55 32	65 36	76 42

AIRCRAFT CLASSIFICATION NUMBERS (ACN's)

<i>Aircraft</i>	<i>Weight Max/Min (kN)</i>	<i>Tire Pressure (MPa)</i>	<i>Flexible Pavement Subgrades</i>				<i>Rigid Pavement Subgrades</i>			
			<i>CBR</i>				<i>k (MPa/m)</i>			
			<i>High</i>	<i>Medium</i>	<i>Low</i>	<i>Vr Low</i>	<i>High</i>	<i>Medium</i>	<i>Low</i>	<i>Ult Low</i>
			<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
			<i>15</i>	<i>10</i>	<i>6</i>	<i>3</i>	<i>150</i>	<i>80</i>	<i>40</i>	<i>20</i>
A340-200	2706 1697	1.42	62 35	67 37	78 41	106 53	53 33	62 34	73 39	85 45
A340-300	2559 1706	1.32	56 34	61 36	70 40	96 52	47 32	54 33	65 38	76 44
A340-300	2706 1765	1.42	62 37	68 39	79 44	107 57	54 34	62 36	74 42	86 48
A340-500, 600	3590 1750	1.42	70 29	76 31	90 34	121 42	60 29	70 28	83 32	97 37
A380-800 (6 Wheel Main Gear)	5514 2758	1.47	71 29	79 31	99 35	136 48	53 25	61 26	76 29	94 34
A380-800 (4 Wheel Wing Gear)	5514 2758	1.47	62 27	68 28	80 31	108 39	55 25	64 26	76 30	88 35
Antonov AN- 24	207 130	0.42	6 4	8 5	11 6	13 7	8 5	9 5	11 6	11 7
Antonov AN-124-100	3844 2000	1.03	51 20	60 23	77 27	107 40	35 17	48 18	73 23	100 32
Antonov AN-225	5884 4500	1.13	63 41	75 48	95 62	132 88	45 30	61 39	89 55	125 75
ATR 42 (Aerospatiale)	182 110	0.72	9 5	10 5	11 6	13 7	10 6	11 6	12 7	12 7
ATR 72 (Aerospatiale)	211 125	0.79	11 6	12 6	14 7	15 8	13 7	14 7	14 8	15 8
Aurora (CP-140) (P-3 Orion)	600 275	1.31	35 14	38 14	42 16	45 18	41 16	43 17	45 18	46 19
B-52 (Bomber)	2170 1500	1.65	80 49	86 53	97 60	116 72	103 62	114 70	126 77	136 85
B1-B Bomber (Rockwell)	2123 1400	1.65	77 43	87 47	102 57	121 72	77 43	90 50	102 58	113 65
B707-120, 120B	1150 700	1.17	32 17	35 18	42 21	55 27	28 16	34 17	40 20	47 24
B707-320, 320B, 320C, 420	1484 800	1.24	45 20	51 22	62 25	78 33	42 19	50 21	59 25	67 29

AIRCRAFT CLASSIFICATION NUMBERS (ACN's)

<i>Aircraft</i>	<i>Weight Max/Min (kN)</i>	<i>Tire Pressure (MPa)</i>	<i>Flexible Pavement Subgrades</i>				<i>Rigid Pavement Subgrades</i>			
			<i>CBR</i>				<i>k (MPa/m)</i>			
			<i>High</i>	<i>Medium</i>	<i>Low</i>	<i>Vr Low</i>	<i>High</i>	<i>Medium</i>	<i>Low</i>	<i>Ult Low</i>
			<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
			<i>15</i>	<i>10</i>	<i>6</i>	<i>3</i>	<i>150</i>	<i>80</i>	<i>40</i>	<i>20</i>
B717-100, 200, 300	543 310	1.10	32 16	34 17	38 19	40 22	36 18	38 20	40 21	41 21
B720, 720B	1045 700	1.01	28 17	30 18	37 21	49 28	24 15	29 17	35 20	41 24
B727-100, 100C	756 450	1.14	41 23	43 23	49 25	54 30	45 24	48 26	51 28	53 29
B727-200	770 450	1.15	42 23	44 23	50 25	55 30	47 25	50 26	52 28	54 29
B727-200 (Advanced)	934 450	1.19	53 23	57 23	64 26	69 30	60 25	63 26	66 28	69 30
B727-200F (Advanced)	907 450	1.15	52 23	54 23	61 25	66 30	57 25	60 26	63 28	66 29
B737-100	445 260	1.02	23 12	23 12	26 14	30 16	25 13	26 14	28 15	29 16
B737-200, 200C, Advanced	572 300	1.26	31 15	32 15	37 16	41 19	35 17	37 18	39 19	41 20
B737-300	623 325	1.40	35 16	37 17	41 18	45 21	40 19	42 20	44 21	46 22
B737-400	670 350	1.28	38 18	40 18	45 20	49 23	43 20	45 21	47 22	49 23
B737-500	596 320	1.34	33 16	35 16	39 18	43 21	38 18	40 19	42 20	43 21
B737-600	645 357	1.30	35 18	36 18	40 19	45 22	39 20	41 21	44 22	45 23
B737-700	690 370	1.39	38 18	40 19	44 20	49 23	43 21	46 22	48 23	50 24
B737-800	777 406	1.47	44 21	46 21	51 23	56 26	51 24	53 25	56 26	57 27
B737-900	777 420	1.47	44 21	46 22	51 24	56 28	51 24	53 26	56 27	57 28
B747-100, 100B, 100SF	3350 1700	1.55	49 21	54 22	65 25	86 32	46 20	54 22	64 25	73 29

AIRCRAFT CLASSIFICATION NUMBERS (ACN's)

Aircraft	Weight Max/Min (kN)	Tire Pressure (MPa)	Flexible Pavement Subgrades				Rigid Pavement Subgrades			
			CBR				k (MPa/m)			
			High	Medium	Low	Vr Low	High	Medium	Low	Ult Low
			A	B	C	D	A	B	C	D
			15	10	6	3	150	80	40	20
B747-100SR	2690	1.04	36	38	46	64	29	35	43	50
	1600		19	20	22	29	16	18	21	25
B747-200B, 200C 200F, 200M	3720	1.38	55	62	76	98	51	61	72	82
	1750		22	23	26	34	20	22	26	30
B747-300, 300M, 300SR	3720	1.31	55	62	76	98	50	60	71	82
	1760		22	23	26	34	19	22	25	30
B747-400, 400F, 400M	3905	1.38	59	66	82	105	54	65	77	88
	1800		23	24	27	35	20	23	27	31
B747-400D (Domestic)	2729	1.04	36	39	47	65	30	36	43	51
	1782		22	23	26	34	18	20	24	29
B747-SP	3127	1.26	45	50	61	81	40	48	58	67
	1500		18	19	21	28	16	18	21	25
B757-200 Series	1134	1.24	34	38	47	60	32	39	45	52
	570		14	15	17	23	13	15	18	20
B757-300	1200	1.24	36	41	51	64	35	42	49	56
	640		16	17	20	27	15	17	21	24
B767-200	1410	1.31	39	42	50	68	34	41	48	56
	800		19	20	23	29	18	19	22	26
B767-200 ER	1726	1.31	50	56	68	90	45	54	64	74
	830		20	21	24	31	18	20	24	27
B767-300	1566	1.38	44	49	59	79	40	48	57	65
	860		21	22	25	33	19	22	25	29
B767-300 ER	1784	1.38	53	59	72	94	48	57	68	78
	890		22	23	26	35	20	23	26	31
B777-200	2433	1.38	51	58	71	99	40	50	65	81
	1400		25	27	31	43	23	23	28	35
B777-200 ER	2822	1.38	63	71	90	121	53	69	89	108
	1425		25	27	32	44	23	25	31	39
B777-200 X	3278	1.38	78	90	114	148	61	80	104	126
	1600		29	32	38	53	27	27	34	43
B777-300	2945	1.48	68	76	97	129	54	69	89	109
	1600		30	32	38	53	27	28	35	43

AIRCRAFT CLASSIFICATION NUMBERS (ACN's)

Aircraft	Weight Max/Min (kN)	Tire Pressure (MPa)	Flexible Pavement Subgrades				Rigid Pavement Subgrades			
			CBR				k (MPa/m)			
			High	Medium	Low	Vr Low	High	Medium	Low	Ult Low
			A	B	C	D	A	B	C	D
			15	10	6	3	150	80	40	20
B777-300 X	3190	1.48	76	86	110	143	61	79	101	122
	1600		30	32	38	53	27	28	35	43
BAC-111 Series 400	390	0.97	23	24	27	29	26	27	28	29
	220		11	12	13	15	13	14	14	15
BAC-111 Series 475	440	0.57	23	28	29	32	26	28	29	31
	230		9	11	13	16	11	13	14	14
BAC-111 Series 500	467	1.10	29	31	33	35	33	34	35	36
	250		13	14	16	18	15	16	17	18
BAe-146-100	376	0.84	18	20	23	26	21	22	24	25
	230		10	11	12	15	11	12	13	14
BAe-146-200	416	0.97	22	23	26	29	24	26	27	29
	235		11	12	13	15	12	13	14	15
BAe-146-300	436	1.10	24	25	28	31	27	28	30	31
	245		12	12	14	16	13	14	15	16
BAe-ATP	232	0.85	12	13	14	16	13	14	15	16
	140		6	7	8	9	7	8	8	9
Beech 1900C, 1900D	76	0.67	3	4	4	5	4	5	5	5
	56		2	3	3	4	3	3	3	4
Beech 2000 Starship	65	0.54	2	3	4	4	3	4	4	4
	56		2	2	3	4	3	3	3	3
Beech 35, 36 Series (Bonanza)	16	0.28	---	---	---	---	---	---	---	---
	10		---	---	---	---	---	---	---	---
Beech 55, 56, 58 Series (Baron)	25	0.39	---	---	---	---	---	---	---	---
	16		---	---	---	---	---	---	---	---
Beech Jet 400, 400A	73	0.86	6	7	7	7	6	6	6	7
	56		5	5	5	5	5	5	5	5
Beech King Air 100, 200 Series	56	0.73	2	3	3	4	3	3	4	4
	56		2	3	3	4	3	3	4	4
Beech King Air 300, 300C, 350, 350C	67	0.73	3	3	4	4	4	4	4	4
	56		2	3	3	4	3	3	3	4
Beech King Air 90 Series	49	0.38	---	---	---	---	---	---	---	---
	27		---	---	---	---	---	---	---	---

AIRCRAFT CLASSIFICATION NUMBERS (ACN's)

Aircraft	Weight Max/Min (kN)	Tire Pressure (MPa)	Flexible Pavement Subgrades				Rigid Pavement Subgrades			
			CBR				k (MPa/m)			
			High	Medium	Low	Vr Low	High	Medium	Low	Ult Low
			A	B	C	D	A	B	C	D
			15	10	6	3	150	80	40	20
Beech Queen Air 65, 70, 80 Series	40 25	0.33	---	---	---	---	---	---	---	---
Bombardier BD-700 (Global Express)	432 220	1.21	26 11	28 12	30 13	32 15	30 13	31 14	32 15	33 15
C-141B Starlifter (Lockheed)	1553 600	1.31	52 15	60 16	73 18	88 24	51 14	61 16	70 19	78 22
C-17A (Globemaster III)	2602 2000	0.95	54 38	61 42	73 50	94 65	54 41	49 38	57 40	71 48
C-5A Galaxy (Lockheed)	3421 1500	0.73	27 10	30 11	35 12	46 15	25 10	28 11	33 12	39 13
C123K Provider (Fairchild/Republic)	267 180	0.69	20 13	22 15	24 16	25 17	21 14	21 14	22 15	22 15
Canadair CL-215, 415	196 130	0.55	12 8	15 10	17 11	18 12	14 9	14 10	15 10	15 10
Canadair CL-41A (CT-114 Tutor)	49 24	0.37	---	---	---	---	---	---	---	---
Canadair Regional Jet - 100, 200 Srs	236 135	1.12	13 7	14 7	16 8	17 9	16 8	16 9	17 9	18 9
Canadair Regional Jet - 700 Series	335 195	1.24	18 10	19 10	21 11	24 13	21 11	22 12	23 12	24 13
Canadair Regional Jet - 900, ER Srs	367 215	1.24	20 11	21 11	24 12	26 14	23 12	25 13	26 14	27 14
Cessna 114B (Commander)	15 10	0.35	---	---	---	---	---	---	---	---
Cessna 152	8 5	0.20	---	---	---	---	---	---	---	---
Cessna 172 (Skyhawk)	11 7	0.19	---	---	---	---	---	---	---	---
Cessna 180 (Skywagon)	13 8	0.21	---	---	---	---	---	---	---	---
Cessna 182 (Skylane)	14 9	0.25	---	---	---	---	---	---	---	---

AIRCRAFT CLASSIFICATION NUMBERS (ACN's)

<i>Aircraft</i>	<i>Weight Max/Min (kN)</i>	<i>Tire Pressure (MPa)</i>	<i>Flexible Pavement Subgrades</i>				<i>Rigid Pavement Subgrades</i>			
			<i>CBR</i>				<i>k (MPa/m)</i>			
			<i>High</i>	<i>Medium</i>	<i>Low</i>	<i>Vr Low</i>	<i>High</i>	<i>Medium</i>	<i>Low</i>	<i>Ult Low</i>
			<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
Cessna 185 (Skywagon)	15	0.25	---	---	---	---	---	---	---	---
	8		---	---	---	---	---	---	---	---
Cessna 208 (Caravan)	36	0.60	---	---	---	---	---	---	---	---
	18		---	---	---	---	---	---	---	---
Cessna 210 (Centurion)	18	0.38	---	---	---	---	---	---	---	---
	11		---	---	---	---	---	---	---	---
Cessna 310	25	0.42	---	---	---	---	---	---	---	---
	16		---	---	---	---	---	---	---	---
Cessna 337 (Skymaster)	21	0.38	---	---	---	---	---	---	---	---
	14		---	---	---	---	---	---	---	---
Cessna 401	28	0.45	---	---	---	---	---	---	---	---
	20		---	---	---	---	---	---	---	---
Cessna 402C, 414A (Chancellor)	31	0.48	---	---	---	---	---	---	---	---
	19		---	---	---	---	---	---	---	---
Cessna 421 (Golden Eagle)	34	0.55	---	---	---	---	---	---	---	---
	22		---	---	---	---	---	---	---	---
Cessna 441 (Conquest II)	44	0.66	---	---	---	---	---	---	---	---
	26		---	---	---	---	---	---	---	---
Cessna 501 (Citation I - Eagle)	56	0.69	4	5	5	5	5	5	5	5
	56		4	5	5	5	5	5	5	5
Cessna 525 (Citation Jet)	47	0.68	---	---	---	---	---	---	---	---
	29		---	---	---	---	---	---	---	---
Cessna 550 (Citation II)	64	0.69	5	5	6	6	5	5	5	5
	56		4	5	5	5	5	5	5	5
Cessna 550 (Citation Bravo)	67	0.69	5	6	6	6	5	6	6	6
	56		4	5	5	5	5	5	5	5
Cessna 560 (Citation V)	72	0.69	5	6	6	7	6	6	6	6
	56		4	5	5	5	5	5	5	5
Cessna 561 XL (Citation Excel)	90	1.05	8	8	8	9	8	8	8	8
	56		5	5	5	5	5	5	5	5
Cessna 650 (Citation III, VI)	99	1.02	6	6	7	7	7	7	7	7
	56		3	3	3	4	3	4	4	4

AIRCRAFT CLASSIFICATION NUMBERS (ACN's)

<i>Aircraft</i>	<i>Weight Max/Min (kN)</i>	<i>Tire Pressure (MPa)</i>	<i>Flexible Pavement Subgrades</i>				<i>Rigid Pavement Subgrades</i>			
			<i>CBR</i>				<i>k (MPa/m)</i>			
			<i>High</i>	<i>Medium</i>	<i>Low</i>	<i>Vr Low</i>	<i>High</i>	<i>Medium</i>	<i>Low</i>	<i>Ult Low</i>
			<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
			<i>15</i>	<i>10</i>	<i>6</i>	<i>3</i>	<i>150</i>	<i>80</i>	<i>40</i>	<i>20</i>
Cessna 650 (Citation VII)	104	1.16	6	7	7	8	7	8	8	8
	62		3	3	4	4	4	4	4	5
Cessna 750 (Citation X)	160	1.16	10	11	12	12	12	12	13	13
	96		5	6	6	7	6	7	7	7
Cessna Conquest	45	0.59	----	----	----	----	----	----	----	----
	26		----	----	----	----	----	----	----	----
Cessna T303 (Crusader)	23	0.40	----	----	----	----	----	----	----	----
	15		----	----	----	----	----	----	----	----
CF-18	249	1.38	21	20	20	20	21	21	21	21
	110		9	9	9	9	9	9	9	9
Challenger CL 600, 601	192	0.90	10	11	13	14	12	13	13	14
	131		6	7	8	9	8	8	8	9
Challenger CL 600, 601	192	1.50	11	12	13	14	14	14	14	15
	131		7	7	8	9	9	9	9	10
Challenger CL 601-3R	201	1.42	12	12	14	14	14	15	15	15
	131		7	7	8	9	9	9	9	9
Challenger CL 604	212	1.42	12	13	14	15	15	15	16	16
	140		7	8	9	10	9	10	10	10
Concorde	1824	1.29	65	72	81	97	60	71	81	91
	1000		28	31	37	44	27	30	35	41
Convair 240	190	0.64	7	9	10	12	9	10	10	11
	125		5	5	6	7	5	6	6	7
Convair 340, 440, 540	222	0.47	7	9	11	14	9	10	11	12
	140		4	5	6	8	5	6	7	7
Convair 580	280	0.59	11	13	15	19	13	14	16	17
	150		5	6	7	9	6	7	8	8
Convair 600	210	0.73	9	10	11	14	10	11	12	13
	140		5	6	7	8	6	7	8	8
Convair 640	245	0.52	8	11	12	15	10	12	13	14
	140		4	5	6	8	5	6	7	7
Convair 880	860	1.03	27	31	36	44	26	31	36	40
	400		10	10	12	16	9	11	13	14

AIRCRAFT CLASSIFICATION NUMBERS (ACN's)

<i>Aircraft</i>	<i>Weight Max/Min (kN)</i>	<i>Tire Pressure (MPa)</i>	<i>Flexible Pavement Subgrades CBR</i>				<i>Rigid Pavement Subgrades k (MPa/m)</i>			
			<i>High</i>	<i>Medium</i>	<i>Low</i>	<i>Vr Low</i>	<i>High</i>	<i>Medium</i>	<i>Low</i>	<i>Ult Low</i>
			<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
			<i>15</i>	<i>10</i>	<i>6</i>	<i>3</i>	<i>150</i>	<i>80</i>	<i>40</i>	<i>20</i>
Convair 990	1135 600	1.28	40 17	46 18	53 22	64 28	41 17	47 19	54 23	60 26
Dassault Falcon 10	84 56	0.93	5 3	5 3	6 4	6 4	6 4	6 4	6 4	6 4
Dassault Falcon 20	128 75	0.92	8 4	9 4	9 5	10 5	10 5	10 5	10 6	10 6
Dassault Falcon 50	173 90	0.93	9 4	10 5	12 5	13 6	11 5	12 5	12 6	13 6
Dassault Falcon 900	202 103	1.30	11 5	12 5	14 6	15 7	14 6	14 7	15 7	15 7
DC-10-10, 10CF, 15	2037 1035	1.34	57 25	62 26	74 29	101 37	49 23	58 24	69 28	81 32
DC-10-20, 20CF, 30CF, 40CF	2485 1640	1.14	60 36	67 38	81 44	110 61	49 30	59 34	72 41	85 48
DC-10-30, 30 ER, 40	2593 1220	1.22	59 24	65 25	79 27	107 35	50 21	59 23	72 26	84 30
DC-3	147 80	0.31	7 4	7 4	10 5	12 7	8 4	8 5	9 5	9 5
DC-4	335 200	0.53	12 6	15 8	17 9	21 11	14 7	16 8	17 9	19 10
DC-6, 6B	480 300	0.73	20 11	23 13	25 14	30 17	22 12	24 14	26 15	28 16
DC-7 (All Models)	640 400	0.89	34 19	36 20	42 23	46 27	37 21	40 23	42 24	44 26
DC-8-10, 20 Series	1226 600	1.01	36 15	41 15	49 18	62 23	32 14	39 15	46 17	53 20
DC-8-43, 55, 61, 71	1470 800	1.30	47 21	54 23	64 27	79 35	45 20	54 23	63 27	71 31
DC-8-61F, 63F	1557 1001	1.32	51 28	59 31	69 37	85 47	50 27	59 31	68 37	77 42
DC-8-62, 62F, 63, 72, 73	1593 800	1.35	52 21	59 23	70 26	87 34	50 20	59 23	69 27	77 31

AIRCRAFT CLASSIFICATION NUMBERS (ACN's)

Aircraft	Weight Max/Min (kN)	Tire Pressure (MPa)	Flexible Pavement Subgrades				Rigid Pavement Subgrades			
			CBR				k (MPa/m)			
			High	Medium	Low	Vr Low	High	Medium	Low	Ult Low
			A	B	C	D	A	B	C	D
			15	10	6	3	150	80	40	20
DC-9-10, 15	404	0.93	22	23	26	29	24	26	27	28
	300		15	16	18	21	17	18	19	20
DC-9-21	445	1.02	25	26	30	32	28	29	31	32
	300		15	16	18	21	17	18	20	20
DC-9-30, 32	485	1.05	27	29	33	35	31	32	34	35
	300		15	16	18	21	17	18	19	20
DC-9-41, 50, 51	543	1.17	31	33	37	40	35	37	39	40
	300		15	16	18	20	17	18	19	20
DHC1 Chipmunk	10	0.21	---	---	---	---	---	---	---	---
	7		---	---	---	---	---	---	---	---
DHC2 Beaver	24	0.17	---	---	---	---	---	---	---	---
	14		---	---	---	---	---	---	---	---
DHC3 Otter	36	0.20	---	---	---	---	---	---	---	---
	20		---	---	---	---	---	---	---	---
DHC4 Caribou	130	0.28	3	3	5	7	4	4	5	6
	90		2	2	3	4	2	3	3	4
DHC5 Buffalo	187	0.41	6	8	10	12	8	9	10	11
	115		3	4	5	7	4	5	6	6
DHC6 Twin Otter Series 300	56	0.26	3	3	3	5	3	3	3	4
	56		3	3	3	5	3	3	3	4
DHC7 Dash 7	209	0.74	10	12	13	15	12	13	14	14
	120		5	6	7	8	6	7	7	8
DHC8 Dash 8	147	0.44	5	6	8	9	6	7	8	8
	90		3	3	4	5	3	4	4	5
DHC8 Dash 8 Series 100	154	0.90	8	8	9	11	9	10	10	11
	98		5	5	5	6	5	6	6	6
DHC8 Dash 8 Series 300	183	0.80	9	9	11	12	10	11	11	12
	110		5	5	6	7	5	6	6	7
DHC8 Dash 8 Series 400	279	0.90	15	16	18	20	17	18	19	20
	150		7	8	8	10	8	9	9	10
DHC8 Dash 8 Series 400	279	1.42	15	16	18	20	18	19	20	21
	150		8	8	8	10	9	9	10	10

AIRCRAFT CLASSIFICATION NUMBERS (ACN's)

<i>Aircraft</i>	<i>Weight Max/Min (kN)</i>	<i>Tire Pressure (MPa)</i>	<i>Flexible Pavement Subgrades</i>				<i>Rigid Pavement Subgrades</i>			
			<i>CBR</i>				<i>k (MPa/m)</i>			
			<i>High</i>	<i>Medium</i>	<i>Low</i>	<i>Vr Low</i>	<i>High</i>	<i>Medium</i>	<i>Low</i>	<i>Ult Low</i>
			<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
			<i>15</i>	<i>10</i>	<i>6</i>	<i>3</i>	<i>150</i>	<i>80</i>	<i>40</i>	<i>20</i>
DHS-2 Conair Firecat	116 80	0.62	8 6	10 7	10 7	11 8	9 6	9 6	10 7	10 7
Dornier 228 Series	63 56	0.90	5 5	6 5	6 5	6 5	6 5	6 5	6 5	6 5
Dornier 328 Jet	155 93	1.13	8 4	8 5	10 5	11 6	10 5	10 6	11 6	11 6
Dornier 328-110 (Turboprop)	138 90	0.80	7 4	7 4	8 5	10 6	8 5	8 5	9 5	9 6
Dornier SA227, Metro Merlin, Expediter	74 56	0.73	3 2	4 3	4 3	5 4	4 3	5 3	5 4	5 4
Douglas A-26 Invader	120 90	0.48	7 5	8 6	10 7	11 8	8 6	9 6	9 7	9 7
Douglas B-26 Invader	156 105	0.48	9 6	11 7	13 9	14 9	10 7	11 7	11 8	12 8
Embraer EMB-110 (Bandeirante)	59 56	0.62	4 4	5 5	5 5	5 5	5 4	5 4	5 5	5 5
Embraer EMB-120 (Brasilia)	119 71	0.76	5 3	6 3	7 4	8 4	7 4	7 4	7 4	8 4
Embraer ERJ-145	217 110	0.90	12 5	13 6	15 6	16 7	14 6	15 7	15 7	16 7
Fokker 100	452 243	0.94	25 12	27 13	31 14	33 16	28 13	30 14	32 15	33 16
Fokker 50	205 125	0.59	9 5	11 6	13 7	14 8	11 6	12 7	13 7	13 8
Fokker 60	226 131	0.62	10 5	13 6	14 7	16 9	13 6	14 7	14 8	15 8
Fokker 70	410 225	0.81	22 10	24 11	27 13	30 15	24 12	26 13	27 13	29 14
Fokker F27 Friendship	205 120	0.57	9 5	11 5	13 6	14 8	11 6	12 6	13 7	13 7
Fokker F28 Fellowship	325 175	0.53	14 6	17 8	20 9	23 11	17 8	18 9	20 9	21 10

AIRCRAFT CLASSIFICATION NUMBERS (ACN's)

Aircraft	Weight Max/Min (kN)	Tire Pressure (MPa)	Flexible Pavement Subgrades				Rigid Pavement Subgrades			
			CBR				k (MPa/m)			
			High	Medium	Low	Vr Low	High	Medium	Low	Ult Low
			A	B	C	D	A	B	C	D
			15	10	6	3	150	80	40	20
Gulfstream II	294	1.04	17	18	20	22	20	21	21	22
	163		8	9	10	11	10	10	11	11
Gulfstream III	312	1.21	19	20	22	23	22	23	24	24
	170		9	9	10	12	11	11	12	12
Gulfstream IV	334	1.21	20	22	24	25	24	25	25	26
	189		10	11	12	13	12	13	13	14
Gulfstream V	405	1.37	26	28	30	31	31	32	33	33
	215		12	13	14	15	14	15	16	16
Hercules C-130, 082, 182, 282, 382	778	0.67	29	34	37	43	33	36	39	42
	360		12	14	16	17	14	15	16	18
Hercules L-100 (Commercial)	693	0.74	27	30	33	38	30	33	35	38
	340		12	14	15	16	14	15	16	17
HS/BAe 125 (All Series to 600)	112	0.83	6	6	7	8	7	7	8	8
	61		3	3	3	4	3	4	4	4
HS/BAe 700	114	0.88	6	7	7	8	7	8	8	8
	62		3	3	3	4	4	4	4	4
HS/BAe 748	227	0.51	9	11	14	16	11	13	14	14
	120		4	5	6	7	5	6	6	7
Ilyushin IL-18	625	0.80	16	17	21	29	13	16	20	23
	350		7	8	9	12	6	7	9	11
Ilyushin IL-62, 62M	1648	1.65	52	58	68	83	51	59	68	77
	651		16	17	19	24	18	18	20	22
Ilyushin IL-76T	1677	0.64	24	27	34	45	29	33	30	34
	822		9	10	12	16	11	13	15	14
Ilyushin IL-76TD	1775	0.66	27	30	37	49	32	35	32	37
	920		11	12	14	19	13	15	18	16
Ilyushin IL-86	2054	0.88	34	36	43	61	26	31	38	46
	1089		15	16	18	23	13	14	16	19
Jetstream 31, 32 (BAe)	69	0.39	3	4	5	6	4	5	5	5
	56		3	3	4	5	4	4	4	4
Jetstream 41 (BAe)	107	0.83	5	5	6	7	6	6	7	7
	63		3	3	3	4	3	3	4	4

AIRCRAFT CLASSIFICATION NUMBERS (ACN's)

Aircraft	Weight Max/Min (kN)	Tire Pressure (MPa)	Flexible Pavement Subgrades				Rigid Pavement Subgrades			
			CBR				k (MPa/m)			
			High	Medium	Low	Vr Low	High	Medium	Low	Ult Low
			A	B	C	D	A	B	C	D
			15	10	6	3	150	80	40	20
KC-10 (McDonnell Douglas)	2593	1.22	59	65	79	107	50	59	72	84
	1800		38	40	46	64	32	36	43	51
KC-135 Stratotanker (Boeing)	1342	1.38	38	41	49	64	35	41	48	55
	800		20	21	24	31	19	21	24	28
L-1011-1 Tristar	1913	1.35	52	56	66	90	45	52	62	72
	1070		26	27	30	38	24	25	29	33
L-1011-100, 200 Tristar	2073	1.35	57	63	75	101	49	58	69	81
	1090		26	28	31	39	24	26	29	34
L-1011-250 Tristar	2269	1.35	64	71	86	114	56	66	79	91
	1108		27	28	31	40	25	26	30	35
L-1011-500 Tristar	2295	1.35	65	72	87	116	56	67	80	93
	1070		26	27	30	38	24	25	29	33
Learjet 24F	62	0.79	3	3	4	4	4	4	4	4
	56		3	3	4	4	3	4	4	4
Learjet 25D, 25F	69	0.79	3	4	4	5	4	5	5	5
	56		3	3	3	4	3	4	4	4
Learjet 25G	75	0.79	4	4	5	5	5	5	5	5
	56		3	3	3	4	3	4	4	4
Learjet 28, 29 (Longhorn)	69	0.79	3	4	4	5	4	5	5	5
	56		3	3	3	4	3	4	4	4
Learjet 31A, 35A, 36A	83	0.79	4	5	5	6	5	5	6	6
	56		3	3	3	4	3	3	4	4
Learjet 45	91	0.79	5	5	6	7	6	6	6	7
	59		3	3	3	4	3	4	4	4
Learjet 55B, 55C	97	1.24	6	6	7	7	7	7	7	8
	58		3	3	3	4	4	4	4	4
Learjet 60	106	1.24	6	7	7	8	8	8	8	8
	62		3	3	4	4	4	4	4	5
Lockheed 188 Electra	503	0.95	27	29	33	36	30	32	34	36
	255		12	13	14	17	13	14	15	16
MD-11	2805	1.38	67	74	90	119	58	69	83	96
	1200		24	25	27	34	22	23	26	30

AIRCRAFT CLASSIFICATION NUMBERS (ACN's)

Aircraft	Weight Max/Min (kN)	Tire Pressure (MPa)	Flexible Pavement Subgrades				Rigid Pavement Subgrades			
			CBR				k (MPa/m)			
			High	Medium	Low	Vr Low	High	Medium	Low	Ult Low
			A	B	C	D	A	B	C	D
			15	10	6	3	150	80	40	20
MD-81	628	1.14	36	38	43	46	41	43	45	47
	350		18	19	21	24	20	21	23	24
MD-82	670	1.14	39	41	46	49	43	46	48	50
	350		18	18	20	24	20	21	22	24
MD-83	716	1.14	42	45	50	53	47	50	52	54
	355		18	19	21	24	20	22	23	24
MD-87	628	1.14	36	38	43	46	41	43	45	47
	335		17	18	20	23	19	20	22	23
MD-88	670	1.14	39	41	46	50	44	46	48	50
	350		18	19	21	24	20	21	23	24
MD-90-30	699	1.14	41	43	48	52	46	48	50	52
	392		20	21	24	27	23	24	26	27
MD-90-30ER	739	1.14	44	47	52	55	49	52	54	56
	392		20	21	24	27	23	24	26	27
MD-90-50, 55	772	1.14	46	50	54	57	52	54	57	58
	410		22	22	25	29	24	26	27	28
Mitsubishi MU-2 Srs	52	0.48	---	---	---	---	---	---	---	---
	32		---	---	---	---	---	---	---	---
Piper Aerostar	29	0.48	---	---	---	---	---	---	---	---
	20		---	---	---	---	---	---	---	---
Piper Apache	21	0.29	---	---	---	---	---	---	---	---
	13		---	---	---	---	---	---	---	---
Piper Archer II, III	12	0.17	---	---	---	---	---	---	---	---
	7		---	---	---	---	---	---	---	---
Piper Arrow III, IV	14	0.21	---	---	---	---	---	---	---	---
	8		---	---	---	---	---	---	---	---
Piper Aztec	30	0.42	---	---	---	---	---	---	---	---
	18		---	---	---	---	---	---	---	---
Piper Cheyenne I, II	41	0.55	---	---	---	---	---	---	---	---
	23		---	---	---	---	---	---	---	---
Piper Cheyenne III	50	0.69	---	---	---	---	---	---	---	---
	31		---	---	---	---	---	---	---	---

AIRCRAFT CLASSIFICATION NUMBERS (ACN's)

<i>Aircraft</i>	<i>Weight Max/Min (kN)</i>	<i>Tire Pressure (MPa)</i>	<i>Flexible Pavement Subgrades CBR</i>				<i>Rigid Pavement Subgrades k (MPa/m)</i>			
			<i>High</i>	<i>Medium</i>	<i>Low</i>	<i>Vr Low</i>	<i>High</i>	<i>Medium</i>	<i>Low</i>	<i>Ult Low</i>
			<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
			<i>15</i>	<i>10</i>	<i>6</i>	<i>3</i>	<i>150</i>	<i>80</i>	<i>40</i>	<i>20</i>
Piper Comanche	21 13	0.29	---	---	---	---	---	---	---	---
Piper Cub (& Super Cub)	8 5	0.13	---	---	---	---	---	---	---	---
Piper Dakota	14 8	0.17	---	---	---	---	---	---	---	---
Piper Malibu, Mirage, Meridian	21 14	0.35	---	---	---	---	---	---	---	---
Piper Mojave	33 23	0.42	---	---	---	---	---	---	---	---
Piper Navajo	29 18	0.42	---	---	---	---	---	---	---	---
Piper Saratoga	16 10	0.38	---	---	---	---	---	---	---	---
Piper Saratoga II	16 11	0.27	---	---	---	---	---	---	---	---
Piper Seminole	17 11	0.25	---	---	---	---	---	---	---	---
Piper Seneca III, V	22 14	0.38	---	---	---	---	---	---	---	---
Piper Warrior II, III	11 7	0.17	---	---	---	---	---	---	---	---
Saab 2000	226 136	0.69	11 6	13 7	14 7	16 9	13 7	14 8	15 8	15 9
Saab 340 A, B	131 81	0.82	6 4	7 4	8 4	9 5	7 4	8 5	8 5	9 5
Shorts 330	102 66	0.55	6 4	8 5	9 6	9 6	7 5	8 5	8 5	8 5
Shorts 360	121 77	0.54	7 5	9 6	10 7	11 7	9 6	9 6	9 6	9 6
Shorts Sherpa	114 80	0.54	7 5	8 6	10 7	10 7	8 6	8 6	9 6	9 6

AIRCRAFT CLASSIFICATION NUMBERS (ACN's)

<i>Aircraft</i>	<i>Weight Max/Min (kN)</i>	<i>Tire Pressure (MPa)</i>	<i>Flexible Pavement Subgrades CBR</i>				<i>Rigid Pavement Subgrades k (MPa/m)</i>			
			<i>High</i>	<i>Medium</i>	<i>Low</i>	<i>Vr Low</i>	<i>High</i>	<i>Medium</i>	<i>Low</i>	<i>Ult Low</i>
			<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
			<i>15</i>	<i>10</i>	<i>6</i>	<i>3</i>	<i>150</i>	<i>80</i>	<i>40</i>	<i>20</i>
Shorts Skyvan	67	0.28	3	3	4	6	4	4	4	4
	56		3	3	4	5	3	3	4	4
Swearingen SJ30-2	60	1.07	3	3	3	4	4	4	4	4
	56		3	3	3	4	3	4	4	4
T-33 Trainer (CT-133) (Lockheed)	54	0.42	---	---	---	---	---	---	---	---
	38		---	---	---	---	---	---	---	---
Transall C-160	500	0.38	8	10	13	18	10	10	10	13
	285		4	5	6	8	5	6	6	6
Tupolev TU-134	463	0.59	10	12	15	20	9	11	14	17
	285		5	6	7	10	5	6	7	8
Tupolev TU-154	961	0.93	19	22	28	37	18	24	30	36
	525		9	9	11	16	7	9	12	15
Tupolev TU-204, 214, 224, 234	1096	1.38	31	33	40	53	29	34	40	46
	560		14	14	16	20	13	14	16	19
VC10 Series	1590	1.01	48	54	66	83	41	50	60	69
	785		19	21	24	31	18	19	22	26

Aircraft Characteristics Airport And Maintenance Planning Beluga XL







Beluga XL Aircraft Characteristics Manual Technical Report

REFERENCE	LR00RP1821181
AC APPLICABILITY	
ATA APPLICABILITY	00
CUSTOMER	
CONFIDENTIALITY	Airbus Internal
DOCUMENT LEVEL	

SUMMARY:

The A330-700L AIRCRAFT CHARACTERISTICS (AC) manual is issued for the A330-700L to provide necessary data to airport operators, airlines and Maintenance/Repair Organizations (MRO) for airport and maintenance facilities planning.

KeyWords	
Related documents	

	Name	Siglum - Function	Date & Signature
Author(s)	POIRET Louis	BTEY	23/08/2018 
	LESTRUHAUT Lionel	BTEY	23/08/2018 
Approval	COLIN Philippe	BTE	23/08/2018 
Authorization	MANCHETTE Jean-Baptiste	BTEY	31/08/2018 

AIRBUS

A330-700 Beluga XL Aircraft Characteristics Manual	Reference FM0400730 Issue 1
--	--

<i>Department/ Company</i>	<i>Name</i>	<i>P.O. Box</i>	<i>Cover Page Only</i>	<i>Note without attach- ment</i>	<i>Note with attach- ment</i>
	Diderot	M0199/6			
<i>No. of Copies</i>			<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>

CONTENT

1	SCOPE	7
1.1	GENERAL.....	7
1.2	GLOSSARY	8
1.2.1	List of Abbreviations	8
1.2.2	Design Weight Terminology.....	9
2	AIRCRAFT DESCRIPTION	10
2.1	GENERAL AIRCRAFT CHARACTERISTICS DATA.....	10
2.2	GENERAL AIRCRAFT DIMENSIONS	11
2.3	GROUND CLEARANCES.....	13
2.4	INTERIOR ARRANGEMENTS - PLAN VIEW	17
2.5	INTERIOR ARRANGEMENTS - CROSS SECTION.....	18
2.6	CARGO COMPARTMENTS	21
2.6.1	Lower Deck Cargo Compartments.....	21
2.6.2	Main Deck Cargo Compartments.....	22
2.7	DOOR CLEARANCES.....	24
2.8	ESCAPE SLIDES.....	29
2.9	LANDING GEAR.....	30
2.10	EXTERIOR LIGHTING.....	40
2.11	ANTENNAS & PROBES LOCATION.....	43
2.12	POWER PLANT AND APU.....	44
2.12.1	Engine and Nacelle	44
2.12.2	Auxiliary Power unit	50
2.13	LEVELING & SYMMETRY.....	53
2.14	JACKING	54
2.14.1	Jacking for maintenance.....	54
2.14.2	Jacking of the Landing gear.....	58
2.14.3	Shoring of aircraft	63
3	AIRCRAFT PERFORMANCE.....	67
4	GROUND MANEUVERING	68
4.1	GENERAL INFORMATION.....	68
4.2	TURNING RADII.....	69

4.3	MINIMUM TURNING RADII	71
4.4	VISIBILITY FROM COCKPIT IN STATIC POSITION	72
4.5	RUNWAY & TAXIWAY TURN PATHS.....	75
4.5.1	135° Turn – Runway to Taxiway	75
4.5.2	90° Turn – Runway to Taxiway	77
4.5.3	180° Turn on a Runway	79
4.5.4	135° Turn – Taxiway to Taxiway.....	80
4.5.5	90° Turn – Taxiway to Taxiway.....	82
4.6	RUNWAY HOLDING BAY (APRON)	84
4.7	MINIMUM LINE-UP DISTANCE CORRECTIONS	85
4.8	AIRCRAFT MOORING	89
5	TERMINAL SERVICING.....	90
5.1	GROUND SERVICE CONNECTIONS.....	90
5.1.1	Ground service connections layout.....	90
5.1.2	Grounding points	91
5.1.3	Hydraulic System.....	95
5.1.4	Electrical system.....	101
5.1.5	Oxygen System	104
5.1.6	Fuel System	106
5.1.7	Pneumatic system	110
5.1.8	Oil System	112
5.1.9	Potable water system	118
5.1.10	Waste water system	120
5.1.11	Cargo control panels.....	123
5.2	ENGINE STARTING PNEUMATICS.....	126
5.3	GROUND TOWING REQUIREMENTS	128
5.4	DE-ICING AND EXTERNAL CLEANING	130
6	OPERATING CONDITIONS	131
6.1	ENGINE EXHAUST VELOCITIES & TEMPERATURES ENGINE EXHAUST....	131
6.1.1	Velocities Contours – Ground Idle Power	131
6.1.2	Engine Exhaust Temperatures Contours – Ground Idle Power	132
6.1.3	Engine Exhaust Velocities Contours – Breakaway Power.....	133
6.1.4	Engine Exhaust Temperatures Contours – Breakaway Power.....	134
6.1.5	Engine Exhaust Velocities Contours – Takeoff Power	135

6.1.6	Engine Exhaust temperatures Contours – Takeoff Power.....	136
6.2	DANGER AREAS OF ENGINES	137
6.2.1	Ground Idle Power.....	137
6.2.2	Breakaway Power.....	138
6.2.3	Take-off Power	139
6.3	APU EXHAUST VELOCITIES & TEMPERATURES.....	140
7	PAVEMENT DATA	141
7.1	GENERAL.....	141
7.2	LANDING GEAR FOOTPRINT	144
7.3	MAXIMUM PAVEMENT LOADS.....	145
7.4	LANDING GEAR LOADING ON THE PAVEMENT.....	147
7.5	U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS DESIGN METHOD.....	153
7.6	FLEXIBLE PAVEMENT REQUIREMENTS / LCN CONVERSION.....	157
7.7	PORTLAND CEMENT ASSOCIATION DESIGN METHOD.....	158
7.8	RIGID PAVEMENT REQUIREMENTS / LCN CONVERSION	162
7.9	ACN/PCN REPORTING SYSTEM - FLEXIBLE AND RIGID PAVEMENTS	163
8	SCALED DRAWINGS	171
9	AIRCRAFT RESCUE AND FIREFIGHTING	172

1 SCOPE

1.1 GENERAL

The A330-700L AIRCRAFT CHARACTERISTICS (AC) manual is issued for the A330-700L to provide necessary data to airport operators, airlines and Maintenance/Repair Organizations (MRO) for airport and maintenance facilities planning.

The A330-700L is designed to replace the existing A300-600ST known as the Beluga, and modernize and improve Airbus aircraft parts transportation. The A330-700L will offer an unequalled volume in its main deck cargo compartment, which will make it able, for example, to carry a pair of A350 wings.

Correspondence concerning this publication should be directed to:



AIRBUS S.A.S.
Customer Services
Technical Data Support and Services
1, Rond Point Maurice BELLONTE
31707 BLAGNAC CEDEX
FRANCE

1.2 GLOSSARY

1.2.1 LIST OF ABBREVIATIONS

A/C Aircraft
AC Aircraft Characteristics manual
ACN Aircraft Classification Number
AMM Aircraft Maintenance Manual
APU Auxiliary Power Unit
C/L Center Line
CBR California Bearing Ratio
CC Cargo Compartment
CG Center of Gravity
CKPT Cockpit
E Young's Modulus
ELEC Electric, Electrical, Electricity
ESWL Equivalent Single Wheel Load
FAA Federal Aviation Administration
FDL Fuselage Datum Line (Aircraft vertical reference)
FR Frame
FSTE Full Size Trolley Equivalent
FWD Forward
GPU Ground Power Unit
GSE Ground Support Equipment
HYD Hydraulic
ICAO International Civil Aviation Organisation
IDG Integrated Drive Generator
ISA International Standard Atmosphere
L Radius of relative stiffness
LCN Load Classification Number
LD Load Device
LD Lower Deck
LDG Landing Gear (RMLG & LMLG: Right & Left Main Landing Gear)
LH Left Hand
MAC Mean Aerodynamic Chord
MAX Maximum
MD Main Deck
MDCC Main Deck Cargo Compartment
MIN Minimum
MLG Main Landing Gear
NLG Nose Landing Gear
OAT Outside Air Temperature
PCA Portland Cement Association
PCN Pavement Classification Number
RH Right Hand
ULD Unit Load Device
WV Weight Variant

1.2.2 DESIGN WEIGHT TERMINOLOGY

- Maximum Design Ramp Weight (MRW):

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

- Maximum Design Landing Weight (MLW):

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

- Maximum Design Take-Off Weight (MTOW):

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

- Maximum Design Zero Fuel Weight (MZFW):

Maximum permissible weight of the aircraft without usable fuel.

- Usable Volume:

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

- Water Volume:

Maximum volume of cargo compartment.

- Usable Fuel:

Fuel available for aircraft propulsion.

2 AIRCRAFT DESCRIPTION

2.1 GENERAL AIRCRAFT CHARACTERISTICS DATA

**ON A/C A330-700L

- 1) The following table provides characteristics of the A330-700L Model, these data are specific to each Weight Variant:

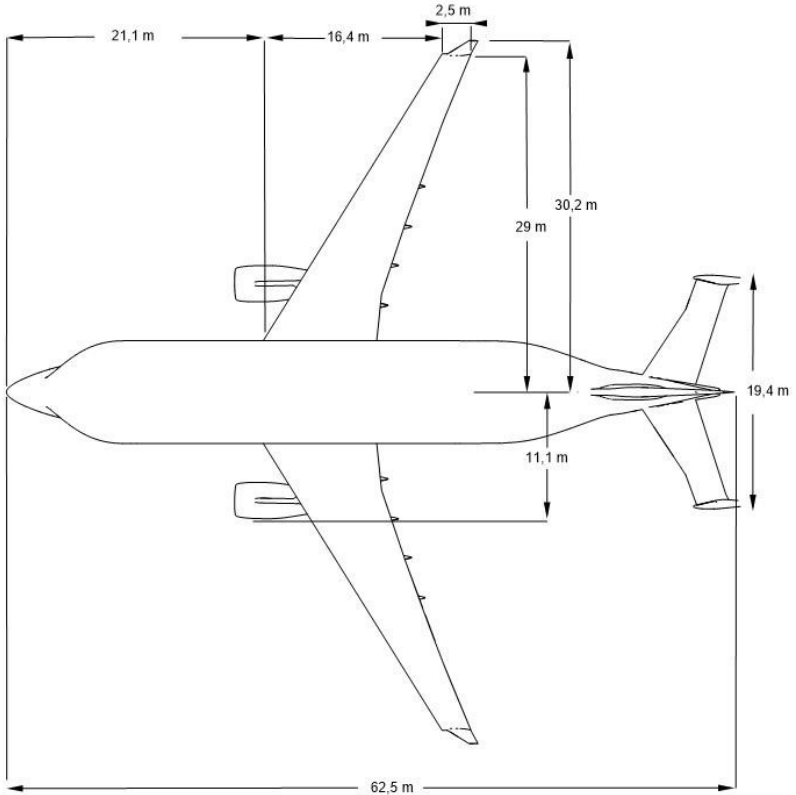
Weight characteristics		
A330-700L	WV000	WV001
Maximum Ramp Weight (MRW)	227 900 Kg (502433 lb)	205 900 Kg (453931 lb)
Maximum Take-Off Weight (MTOW)	227 000 Kg (500449 lb)	205 000 Kg (451947 lb)
Maximum Landing Weight (MLW)	187 000 Kg (412264 lb)	187 000 Kg (412264 lb)
Maximum Zero Fuel Weight (MZFW)	178 000 Kg (392422 lb)	178 000 Kg (392422 lb)
Estimated Maximum Payload	50 500 Kg (111333 lb)	50 500 Kg (111333 lb)
Operating Weight Empty (OWE)	127 500 Kg (281089 lb)	127 500 Kg (281089 lb)

Others characteristics	
A330-700L	
Seats in courier area	4
Usable Fuel Capacity (density = 0.785 kg/l)	73 000 Kg (160937 lb)
Pressurized Fuselage Volume	87.4 m3 (3086 ft3)
Cockpit Volume	5.75 m3 (203 ft3)
Main Deck Cargo Compartment Water Volume	2209 m3 (78010 ft3)
Usable Volume, AFT CC	60,7 m3 (2143 ft3)
Usable Volume, Bulk CC	19.7 m3 (695 ft3)
Water Volume, AFT CC	85,7 m3 (3026 ft3)
Water Volume, Bulk CC	22.7 m3 (801 ft3)d

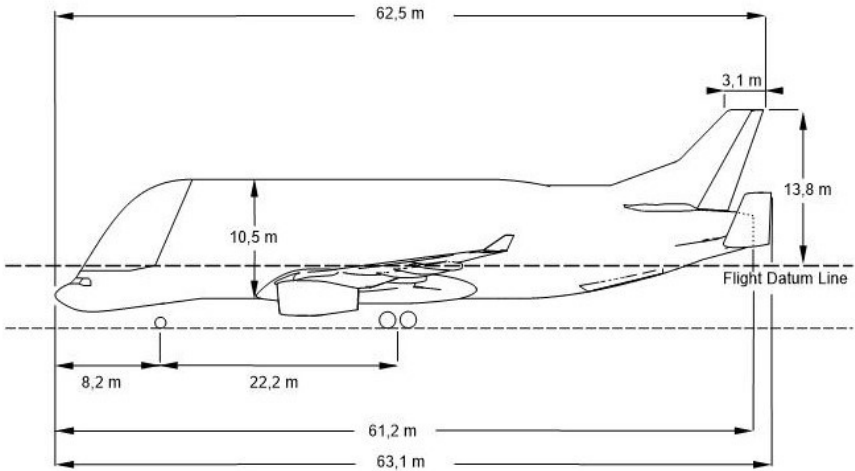
2.2 GENERAL AIRCRAFT DIMENSIONS

**ON A/C A330-700L

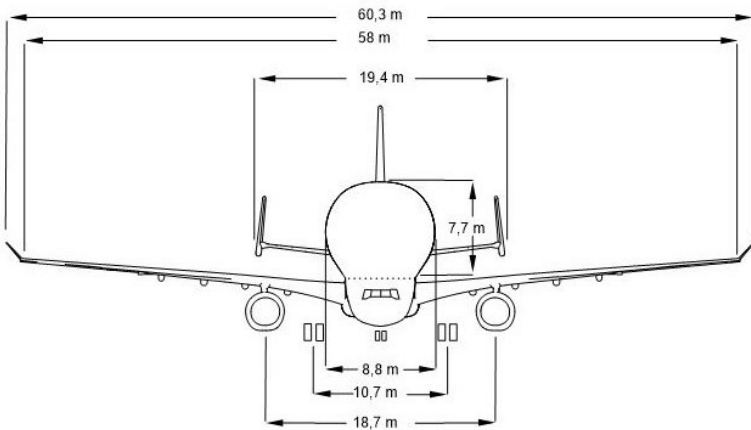
- 1) This section provides general aircraft dimensions.



General Aircraft Dimensions (A)



General Aircraft Dimensions (B)



General Aircraft Dimensions (C)

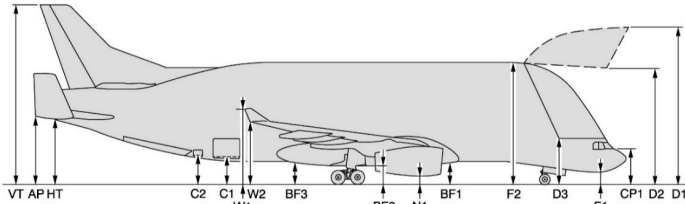
2.3 GROUND CLEARANCES

**ON A/C A330-700L

This section provides the height of various points of the aircraft, above the ground, for different Aircraft configurations. Dimensions in the tables may vary with tire type, weight and balance and others special conditions. (tire pressure and shock absorbers are fixed in standard condition)
The dimensions are given for the weight variant WV000:

- A light weight (135T), with a FWD CG and an AFT CG,
- An aircraft at Maximum Take-Off Weight (227T) with a FWD CG and an AFT CG,
- A minimum weight at OWE (127T) with the matching CG
- Aircraft on jacks, FDL at 6.515 m.

NOTE: Cargo door ground clearances are measured from floor level



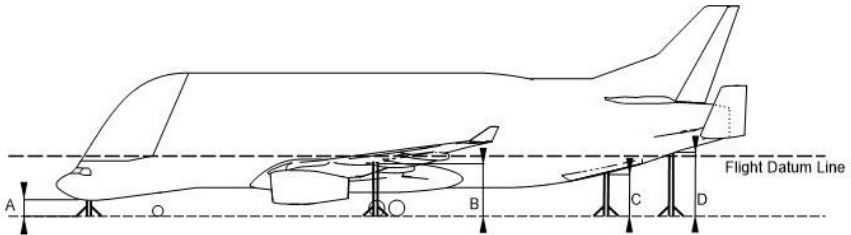
A/C Configuration For WV000		MRW 227 000 Kg (500 450 lbs)				135 000 Kg (297 625 lbs)			
		FWD CG (20,5%)		AFT CG (28%)		FWD CG (18%)		AFT CG (25%)	
		m	ft	m	ft	m	ft	m	ft
Fuselage	F2	12,90	42,32	12,94	42,45	13,02	42,72	13,06	42,85
	F1	1,20	3,94	1,27	4,17	1,28	4,20	1,35	4,43
	D1	17,10	56,10	17,18	56,36	17,18	56,36	17,25	56,59
	D2	12,28	40,29	12,35	40,52	12,37	40,58	12,43	40,78
	D3	5,01	16,44	5,09	16,70	5,09	16,70	5,16	16,93
	CP1	3,69	12,11	3,76	12,34	3,77	12,37	3,84	12,60
	BF1	1,94	6,36	1,95	6,40	2,11	6,92	2,12	6,96
	BF2	1,93	6,33	1,93	6,33	2,11	6,92	2,11	6,92
	BF3	1,95	6,40	1,94	6,36	2,15	7,05	2,14	7,02
	HT	6,84	22,44	6,74	22,11	7,16	23,49	7,06	23,16
	AP	7,39	24,24	7,28	23,88	7,71	25,29	7,60	24,93
VT	18,89	61,97	18,79	61,65	19,21	63,02	19,10	62,66	
Doors	C1	3,07	10,07	3,03	9,94	3,31	10,86	3,27	10,73
	C2	3,10	10,17	3,05	10,01	3,36	11,02	3,30	10,83
Wings	W1	7,94	26,05	7,91	25,95	8,18	26,84	8,14	26,71
	W2	6,58	21,59	6,54	21,46	6,81	22,34	6,77	22,21
Engine	N1	0,88	2,89	0,89	2,92	1,04	3,41	1,05	3,44

Ground Clearances for WV000 at MRW and 135T

	OWE 127 500 Kg (281089 lb)
--	----------------------------

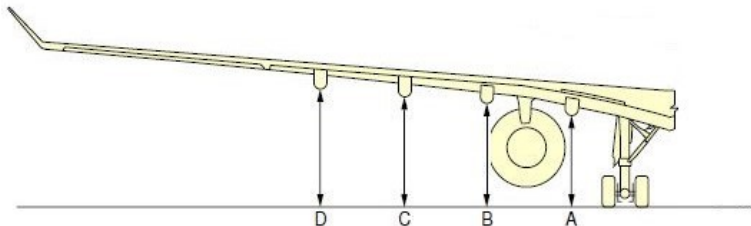
A/C Configuration		CG (23,5%)	
		m	ft
Fuselage	F2	13,04	42,78
	F1	1,67	5,48
	D1	17,24	56,56
	D2	12,43	40,78
	D3	8,05	26,41
	CP1	8,83	28,97
	BF1	2,29	7,51
	BF2	2,13	6,99
	BF3	2,17	7,12
	HT	7,14	23,42
	AP	7,66	25,13
Doors	VT	19,86	65,16
	C1	3,27	10,73
Wings	C2	3,31	10,86
	W1	8,19	26,87
Engine	W2	6,84	22,44
	N1	1,06	3,48

Ground Clearances for WV000 at 127500 Kg



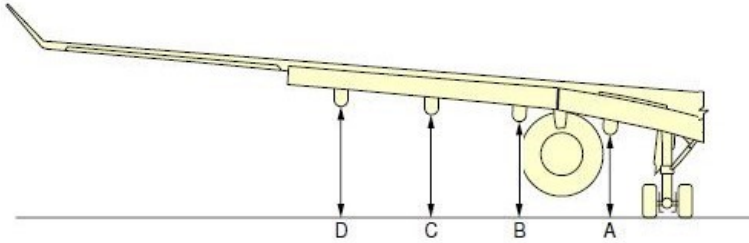
	HEIGHT in m (ft)			
	A	B	C	D
AIRCRAFT ON JACKS, FUSELAGE DATUM REFERENCE PARALLEL TO GROUND AT 6,515m (21,37 ft) FOR LANDING GEARS EXTENSION/RETRACTION	2,63 (8,63)	5,72 (18,76)	4,98 (16,34)	6,37 (20,90)
AIRCRAFT ON JACKS, FUSELAGE DATUM REFERENCE PARALLEL TO GROUND AT 7,200m (23,62 ft) FOR LANDING GEARS REMOVAL/INSTALLATION	3,32 (10,90)	6,41 (21,03)	5,67 (18,60)	7,06 (23,16)

Ground clearances for aircraft on jacks



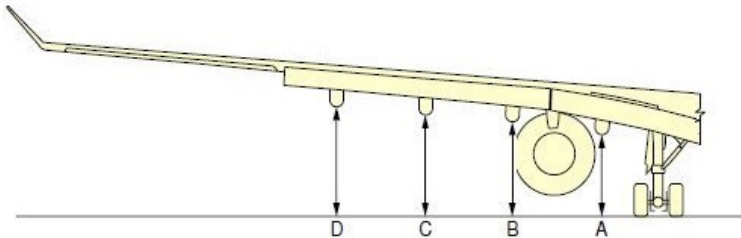
FLAP TRACKS RETRACTED						
AIRCRAFT TYPE	DESCRIPTION		MRW CG 20,5%		MRW CG 28%	
			m	ft	m	ft
A330-700	FLAP TRACK	A	3,75	12,30	3,74	12,27
	FLAP TRACK	B	4,26	13,98	4,25	13,94
	FLAP TRACK	C	4,51	14,80	4,49	14,73
	FLAP TRACK	D	4,88	16,01	4,85	15,91

Ground clearances for flaps retracted with WV000



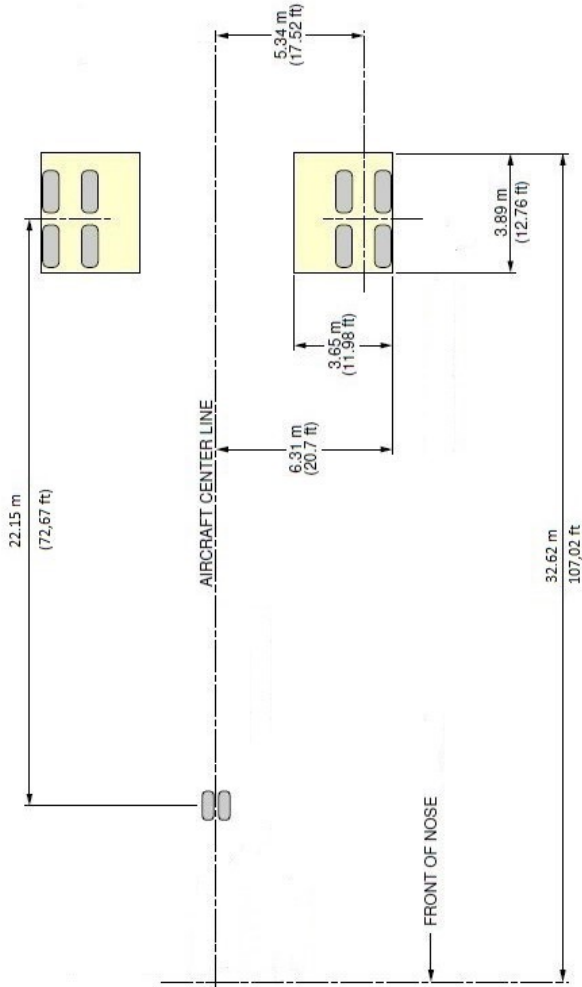
FLAP TRACKS 1+F						
AIRCRAFT TYPE	DESCRIPTION		MRW CG 20,5%		MRW CG 28%	
			m	ft	m	ft
A330-700	FLAP TRACK	A	3,48	11,42	3,37	11,06
	FLAP TRACK	B	3,99	13,09	3,88	12,73
	FLAP TRACK	C	4,24	13,91	4,12	13,52
	FLAP TRACK	D	4,61	15,12	4,48	14,70

Ground clearances for flaps in intermediate position with WV000



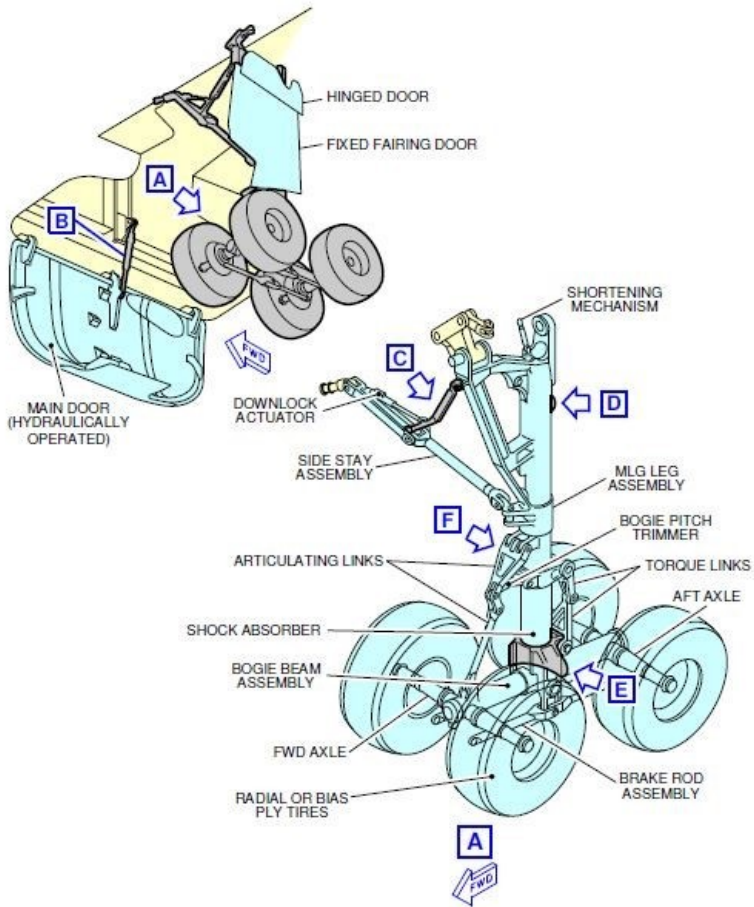
FLAP TRACKS EXTENDED						
AIRCRAFT TYPE	DESCRIPTION		MRW CG 20,5%		MRW CG 28%	
			m	ft	m	ft
A330-700	FLAP TRACK	A	2,82	9,25	2,81	9,22
	FLAP TRACK	B	3,33	10,93	3,32	10,89
	FLAP TRACK	C	3,58	11,75	3,56	11,68
	FLAP TRACK	D	3,95	12,96	3,92	12,86

Ground clearances for flaps fully extended with WV000

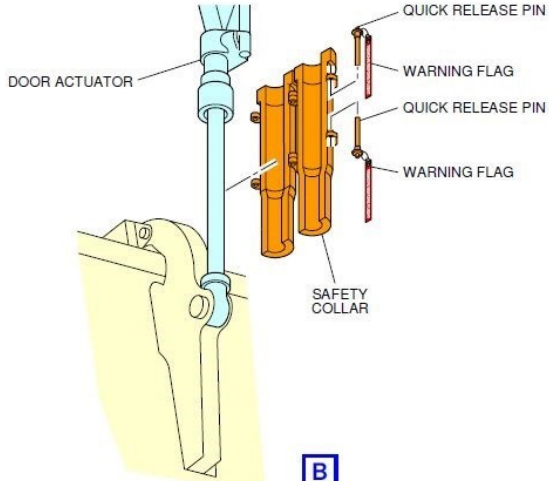


Landing Gear position

NOTE:
ENVELOPES SHOWN WITH ZERO CLEARANCE TO OUTSIDE EDGE OF TIRES.

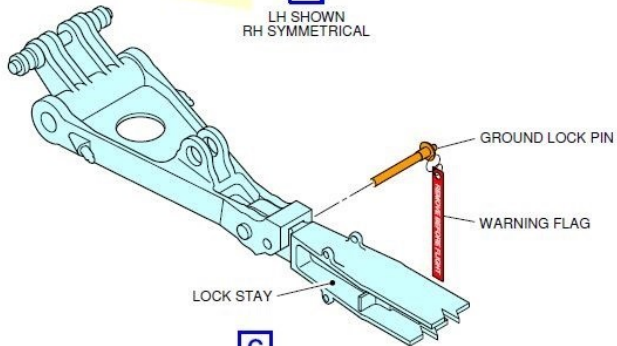


Main Landing Gear



B

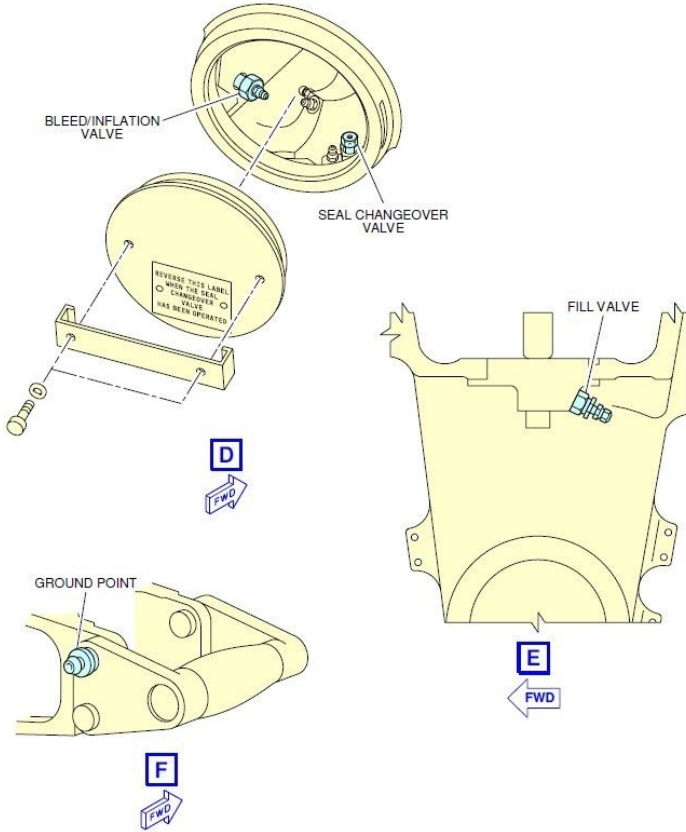
LH SHOWN
RH SYMMETRICAL



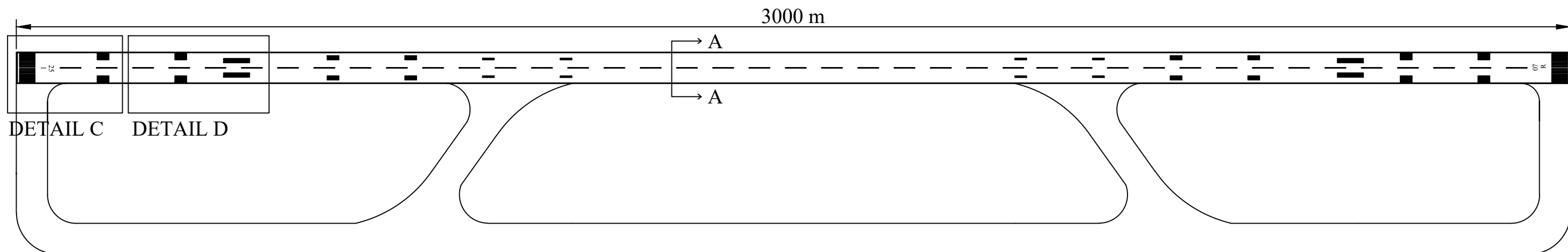
C



Mechanical locking of MLG

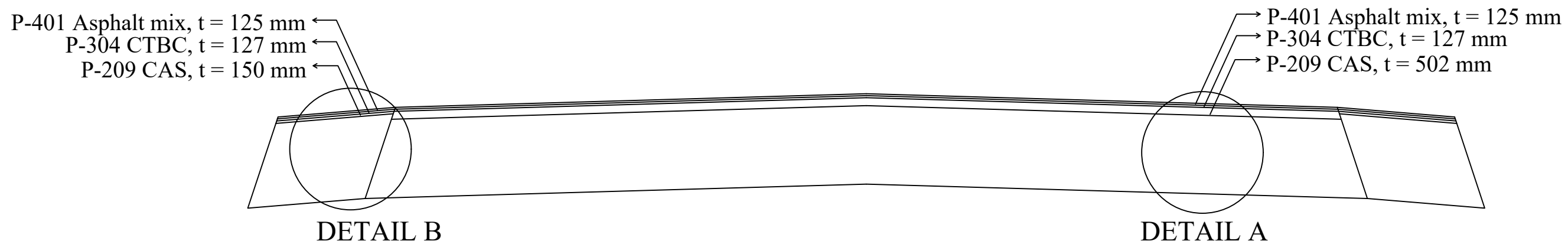


Main Landing Gear servicing



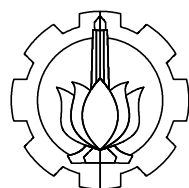
POTONGAN MEMANJANG

Skala 1:11000



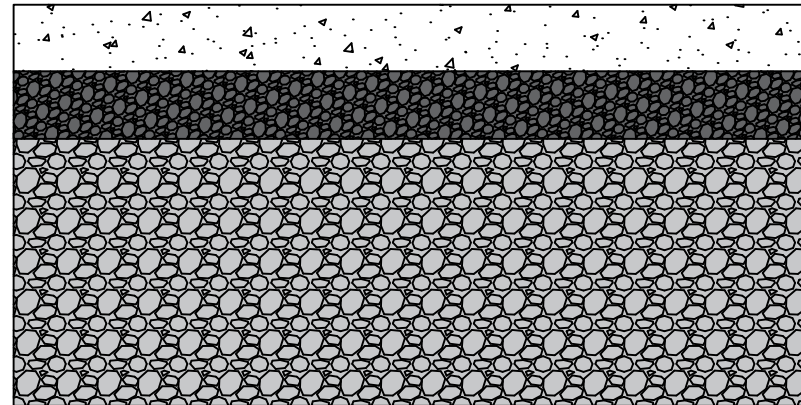
POTONGAN MELINTANG A-A

Skala 1:300



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERENCANAAN PERKERASAN DAN GEOMETRIK RUNWAY 3 BANDARA INTERNASIONAL SOEKARNO-HATTA DENGAN PESAWAT RENCANA AIRBUS BELUGA XL MENGGUNAAN COMFAA DAN FAARFIELD	Ir. Ervina Ahyudanari, ME, Ph.D	Riva Rizki Ramadhani NRP 0311174500044		1. POTONGAN MEMANJANG 2. POTONGAN MELINTANG A-A			1
							JML GBR
							3



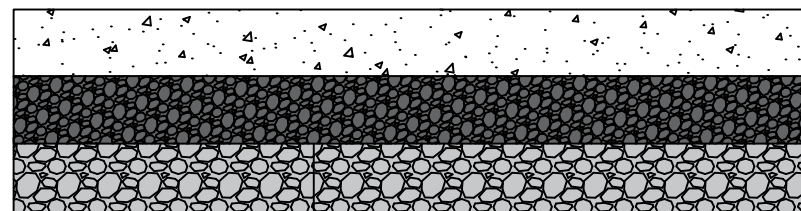
P-401 Asphalt mix, t = 125 mm

P-304 CTBC, t = 127 mm

P-209 CAS, t = 502 mm

DETAIL A

Skala 1:200



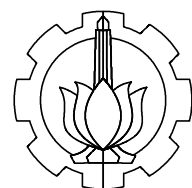
P-401 Asphalt mix, t = 125 mm

P-304 CTBC, t = 127 mm

P-209 CAS, t = 150mm

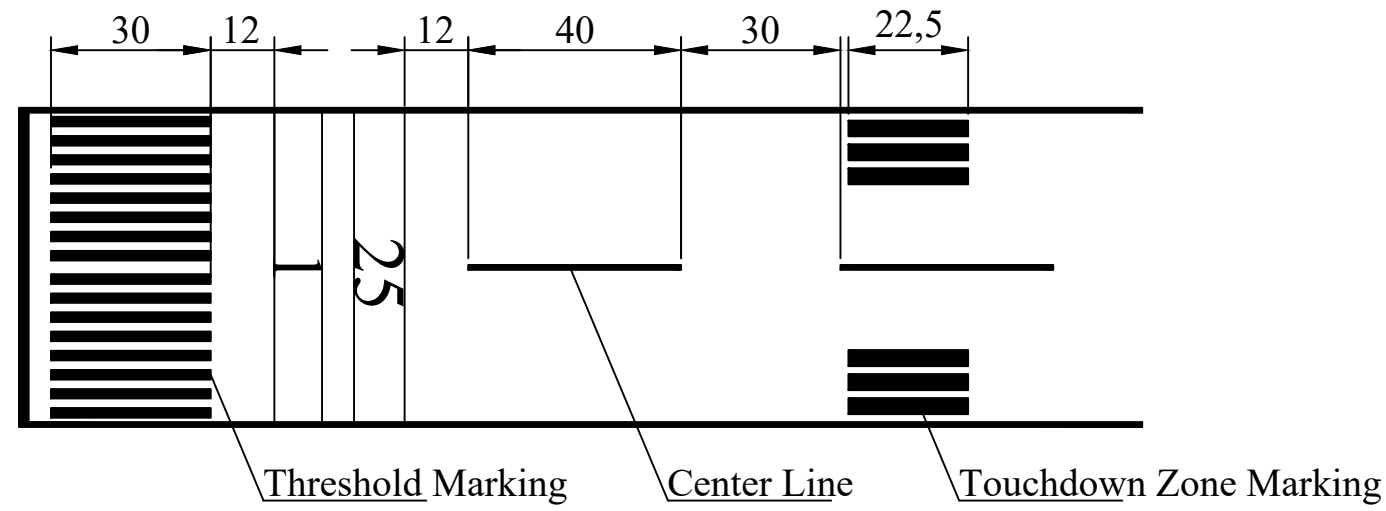
DETAIL B

Skala 1:200

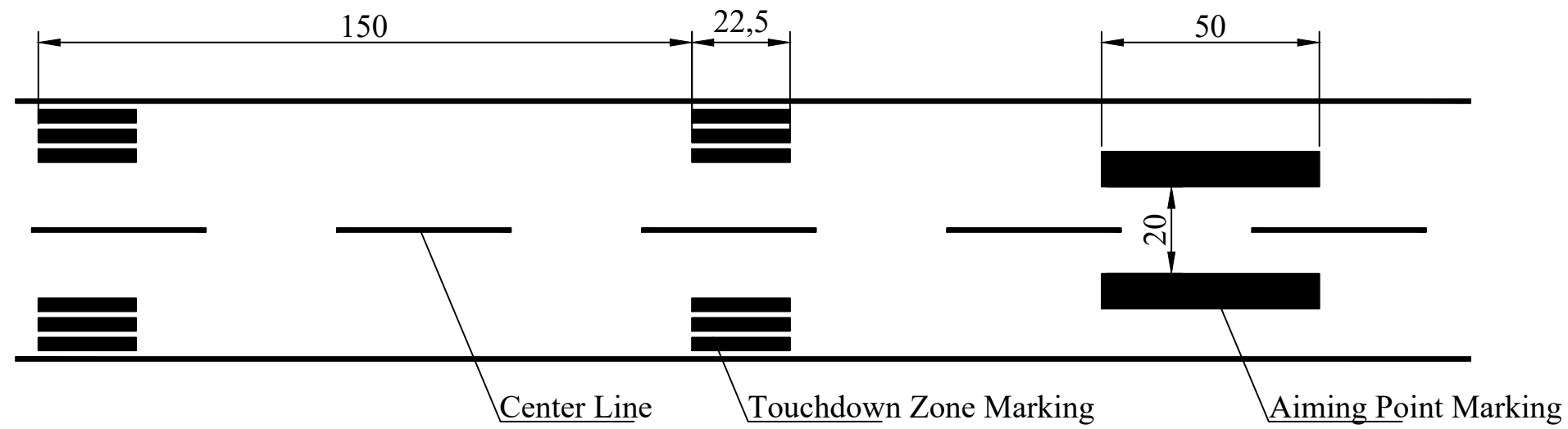


CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY

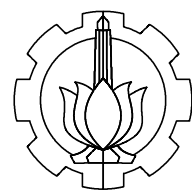
JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERENCANAAN PERKERASAN DAN GEOMETRIK RUNWAY 3 BANDARA INTERNASIONAL SOEKARNO-HATTA DENGAN PESAWAT RENCANA AIRBUS BELUGA XL MENGGUNAAN COMFAA DAN FAARFIELD	<u>Ir. Ervina Ahyudanari, ME, Ph.D</u>	<u>Riva Rizki Ramadhani</u> NRP 0311174500044		1. DETAIL A 2. DETAIL B			2
							JML GBR
							3



DETAIL C
Skala 1:2000



DETAIL D
Skala 1:2000



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERENCANAAN PERKERASAN DAN GEOMETRIK RUNWAY 3 BANDARA INTERNASIONAL SOEKARNO-HATTA DENGAN PESAWAT RENCANA AIRBUS BELUGA XL MENGGUNAAN COMFAA DAN FAARFIELD	Ir. Ervina Ahyudanari, ME, Ph.D	Riva Rizki Ramadhani NRP 0311174500044		1. DETAIL C 2. DETAIL D			3
							JML GBR
							3



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



Form AK/TA-04

rev01

NAMA PEMBIMBING	: I.F. Eryina Ahjudanari, ME, Ph.D
NAMA MAHASISWA	: Riva Rizki Ramadhani
NRP	: 0311174500044
JUDUL TUGAS AKHIR	: Perencanaan runway 3 Bandara Internasional Soekarno-Hatta Dengan Pesawat rencana Airbus tipe Boeing XL menggunakan COMFAA dan FAARFIELD
TANGGAL PROPOSAL	: 3 Januari 2019
NO. SP-MMTA	: 14599

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1	04/03/2019	menghitung Panjang runway membuat Forecast dengan regresi	1. cari perhitungan traffic per bulan Januari 2. peramalan dibuat 3 optimis pesimis dan normal 3. komposisi aircraft tiap runway diasumsi dari terminal tersebut buat	U U U
2	15/03/2019	menghitung 3 tipe forecast komposisi tiap aircraft	1. cari produksi PTDI Per tahun - Berat pesawat 2% komponen LW 2. buat forecast keadaan normal 3. lanjut perhitungan COMFAA & FAARFIELD	U U
3	2/04/2019	menghitung produksi PTDI/tahun menghitung menggunakan faarfield	1. Pelajari Pelatikan yang diberikan 2. cek forecast pesimis & normal 3. Perbaiki hitungan produksi PTDI 4. cari % impor barang dari luar negeri 5. lanjut Perhitungan COMFAA	U U
4	6/05/2019	menghitung COMFAA & FAARFIELD membuatkan bab 2	1. cari bagaimana penghamparan lapisan di Lapangan, per berat mm? 2. lakukan control perhitungan faarfield 3. Perbaiki hitungan COMFAA	U U



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 Sukolilo, Surabaya 60111
Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



NAMA PEMBIMBING	: I. Ervino Ahyudhara, ME, Ph.D
NAMA MAHASISWA	: Riva Rizki R
NRP	: 0311174500044
JUDUL TUGAS AKHIR	: Perencanaan runway 3 Bandara Internasional Soekarno-Hatta dengan Pesawat rencana Airbus tipe Beluga XL menggunakan COMFAA dan FAARFIELD
TANGGAL PROPOSAL	: 3 Januari 2019
NO. SP-MMTA	: 14599

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
5	13/05/2019	Memperbaiki perhitungan ComFaa dan FOOTFIELD	<ol style="list-style-type: none"> 1. cari pengetahuan tentang pemadatan di Lapangan 2. bandingkan ACN Beluga XL dan PCN dari COMFAA 	JUE
6	17/05/2019	ASIS DRAFT TA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Perbaiki Format 2. Pelajari pavement runway 	JR
7	20/05/2019	ASIS DRAFT TA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tambahi penjelasan material pada FOOTFIELD 	JR

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

Pada hari ini Rabu tanggal 3 Juli 2019 jam 09:00 WIB telah diselenggarakan UJIAN SEMINAR DAN LISAN TUGAS AKHIR Program Sarjana (S1) Departemen Teknik Sipil FTSLK-ITS bagi mahasiswa:

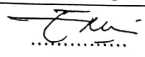


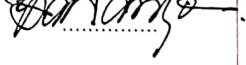
NRP	Nama	Judul Tugas Akhir
03111745000044	Riva Rizki Ramadhani	Perencanaan Perkerasan dan Geometri Runway 3 Bandara Internasional Soekarno-Hatta dengan Pesawat Rencana Airbus Beluga XL Menggunakan COMFAA dan FAARFIELD

1. Dengan perbaikan/penyempurnaan yang harus dilakukan adalah :
- ①. Lampiran tidak perlu semua, cukup yg terkait saja.
 - ②. Sebaskan kerapatan R1 & R2 \forall Beluga.
 - ③. Gambar harus sesegera mungkin. ditunjukkan.
 - ④. Sketsa gambar. \forall tebal perkerasan. + geometri \rightarrow lampiran detail.
 - ⑤. Alasan pembulatan dijelaskan.
 - ⑥. Pertimbangan jenis pesawat yg digunakan di R3.
 - ⑦. Pertirakan vol 2019.

2. Rentang nilai dari hasil diskusi Tim Penguji Tugas Akhir adalah : A / AB / B / BC / C / D / E

3. Dengan hasil ujian (wajib dibacakan oleh Ketua Sidang di depan Peserta Ujian dan Penguji) :

- Lulus Tanpa Perbaikan Mengulang Ujian Seminar dan Lisan
 Lulus Dengan Perbaikan Mengulang Ujian Lisan

Tim Penguji (Anggota)	Tanda Tangan
Ir. Ervina Ahyudanari, ME, PhD (Pembimbing 1)	
Ir. Wahyu Herijanto, MT	
Anak Agung Gde Kartika, ST. MSc	
Budi Rahardjo, ST. MT	

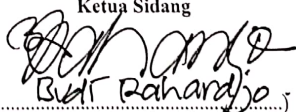
Surabaya, 3 Juli 2019

Mengetahui,
 Ketua Program Studi S1



Dr. techn. Umboro Lasminto, ST. MSc
 NIP 19721202 199802 1 001

Ketua Sidang


 Budi Rahardjo

Nama terang

BIODATA PENULIS



Riva Rizki Ramadhani,
Penulis dilahirkan di Jakarta 16 Januari 1997.
Penulis telah menempuh Pendidikan formal
di SD Muhammadiyah 41 Jakarta, SMP
Negri 99 Jakarta, SMA Negri 21 Jakarta.
Setelah lulus dari SMAN 21 Jakarta tahun
2014, penulis mengikuti ujian Diploma UNS
dan diterima di jurusan FT-UNS pada tahun
2014. Dijurusan Teknik Sipil ini penulis
mengambil bidang studi Transportasi.

Penulis aktif dalam kegiatan minat bakat keolahragaan cabang Bola Basket yang sempat meraih 2 gelar selama kuliah di UNS. Kemudian setelah lulus dari Diploma III Teknik Sipil FT-UNS, 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 2017 terdaftar dengan NRP 03111745000044. Selama menempuh studi di ITS penulis juga aktif dalam kegiatan minat bakat keolahragaan cabang Bola Basket sebagai pemain yang mewakili ITS dalam beberapa kejuaraan.

Contact Person :

Email : ramadhani.riva@gmail.com