



TUGAS AKHIR - RC184803

**PERENCANAAN PENGEMBANGAN SISI UDARA
BANDARA INTERNASIONAL MINANGKABAU**

M. REZKY RIDWAN
NRP. 0311154000006

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 - RC184803

**PERENCANAAN PENGEMBANGAN SISI UDARA
BANDARA INTERNASIONAL MINANGKABAU**

M. REZKY RIDWAN
NRP. 0311154000006

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 - RC184803

**MINANGKABAU INTERNATIONAL AIRPORT
AIRSIDE DEVELOPMENT**

M. REZKY RIDWAN
NRP. 0311154000006

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

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

PERENCANAAN PENGEMBANGAN SISI UDARA BANDARA INTERNASIONAL MINANGKABAU

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada

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

Oleh :

MUHAMMAD REZKY RIDWAN

NRP. 03111540000006

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

I. Ir. Ervina Ahyudanari, M.E., Ph.D.



SURABAYA

JULI, 2019

PERENCANAAN PENGEMBANGAN SISI UDARA BANDARA INTERNASIONAL MINANGKABAU

Nama Mahasiswa : Muhammad Rezky Ridwan
NRP : 0311154000006
Jurusan : Teknik Sipil FTSLK-ITS
Dosen Konsultansi : Ir. Ervina Ahyudanari, ME., PhD

Abstrak

Bandar Udara Internasional Minangkabau memiliki ukuran runway 2.750 x 45 m. Bandar Udara ini direncanakan pemerintah sebagai bandara embarkasi haji di wilayah Provinsi Sumatera barat, Provinsi Bengkulu dan sebagian Provinsi Jambi meliputi: Kab. Merangin, Kab. Kerinci, Kab. Sorolangun, Kab. Bungo, dan Kab. Tebo. Oleh karena itu, Bandar Udara Internasional Minangkabau perlu melakukan pengembangan khususnya disisi udara sehingga dapat melayani pesawat rute luar negeri seperti Boeing 777-300ER.

Dalam perencanaan ini, penelitian dilakukan menggunakan data sekunder dengan data ramalan selama 10 tahun kedepan dan menggunakan metode runtun waktu dengan model dekomposisi aditif sehingga didapatkan jumlah pergerakan pesawat 10 tahun mendatang sebesar 57.451. Selanjutnya studi ini meninjau kesesuaian antara PCN Bandara Internasional Minangkabau dengan ACN pesawat Boeing 777-300ER. Dari analisa kesesuaian ACN-PCN didapatkan bahwa pesawat Boeing 777-300ER dapat beroperasi pada Bandara Internasional Minangkabau dengan syarat jumlah keberangkatan pertahun tidak melebihi 5% dari jumlah keberangkatan tahunan.

Lalu dilakukan perencanaan ukuran runway, taxiway, dan apron dengan menggunakan hasil ramalan yang ada dan data

pesawat rencana yaitu Boeing 777-300ER yang perencanaannya mengacu pada standar ICAO dan FAA. Dari hasil analisa yang dilakukan didapatkan kebutuhan panjang runway sebesar 3550m x 45m. Untuk taxiway didapatkan lebar sebesar 25m dengan lebar bahu taxiway sebesar 10m pada setiap sisinya. Letak exit taxiway ditempatkan di 2 titik agar dapat menampung berbagai jenis kategori pesawat serta sudut untuk exit taxiway sebesar 90°. Luas apron dibutuhkan sebesar 92040,43m². Dari analisa lokasi berdasarkan KKOP didapatkan adanya ketinggian daratan yang melebihi standar pada jarak 8km dan berada pada kawasan dibawah permukaan horizontal luar sehingga perlu diberikan tanda. Pada perencanaan ini perhitungan tebal perkerasan menggunakan bantuan aplikasi FAARFIELD. Didapatkan bahwa tebal total untuk perkerasan lentur sebesar 67,31cm-97,33cm dan untuk total perkerasan kaku sebesar 70,71cm-74,48cm.

Kata Kunci: Bandar Udara, Sisi Udara, Peramalan, FAA, Perkerasan, FAARFIELD

MINANGKABAU INTERNATIONAL AIRPORT AIRSIDE DEVELOPMENT

Student Name : Muhammad Rezky Ridwan
Student Identity : 0311154000006
Department : Civil Engineering FTSLK-ITS
Academic Advisor : Ir. Ervina Ahyudanari, ME., PhD

Abstract

Minangkabau International Airport has a runway size of 2,750m x 45m. The airport was planned by the government as Hajj embarkation in the area of West Sumatera Province, Bengkulu Province and part of Jambi Province including Kab. Merangin, Kab. Kerinci, Kab. Sorolangun, Kab. Bungo, and Kab. Tebo. Therefore, Minangkabau International Airport needs to be developed specifically in the airside of the airport so that it can service overseas aircraft such as Boeing 777-300ER.

In this study, the calculation was conducted using secondary data with forecast data for the next 10 years and used a time series method with additive decomposition model. So the number of aircraft obtained by the forecasting was 57,451. Furthermore this study reviewed the suitability between the PCN of Minangkabau International Airport and ACT of Boeing 777-300ER. From the ACN-PCN suitability analysis, it was found that the Boeing 777-300ER could operate at Minangkabau International Airport provided that the number of departures per year does not exceed 5% of the annual departure number.

Then for runway, taxiway and apron design use the results of the forecasting data for the next 10 years and Boeing 777-300ER specification, which the standard of design based on ICAO and FAA rules. From the results of analysis, the runway length

requirement was 3550m x 45m. For Taxiway width was 25m and the shoulder taxiway was 10m on each side. The location of exit taxiway was placed in 2 points so that can accomodate various types of aircraft categories and the angle for exit taxiway is 90°. The area of apron was 92040.43m². From the location analysis based on KKOP, it was found that the land height exceeds the standard at a distance of 8km, located in the area below the outer horizontal surface so that needed to be signed. In this study, the calculation of pavement used the help of FAARFIELD program. It was found that the total thickness for flexible pavement was 67.31cm-97.33cm and for total thickness of rigid pavement was 70.71cm-74.48cm.

Kata Kunci: Airport, Air Side, Forecasting, FAA, Pavement, FAARFIELD

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Perencanaan Pengembangan Sisi Udara Bandara Internasional Minangkabau”.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini dapat terlaksana baik karena dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telak memberikan kekuatan dan ilmu-Nya.
2. Orang tua saya yang telah mendoakan saya dan memberikan dukungan agar dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Ir. Ervina Ahyudanari, M.E., Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah membimbing saya dalam penulisan Tugas Akhir ini.
4. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan serta dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyadari masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik dari semua pihak yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan demi kebaikan Tugas Akhir ini.

Surabaya, Juni 2019

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Masalah.....	3
1.4 Manfaat.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Lokasi.....	5
BAB II.....	7
TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Perkembangan Transportasi Udara.....	7
2.2 Embarkasi Haji, Umroh dan Tipe Pesawat.....	8
2.3 Metode Peralaman Pertumbuhan Penumpang dan Lalu Lintas Udara.....	11
2.4 Keselamatan Operasional Penerbangan.....	12
2.5 Struktur Perkerasan Bandara.....	14
BAB III.....	19
METODOLOGI.....	19
3.1 Diagram Alir Penyelesaian Tugas Akhir.....	19

3.2	Metodologi Penyelesaian Tugas Akhir	21
3.2.1	Tahap 1: Pendahuluan dan Pengumpulan Informasi 21	
3.2.2	Tahap 2: Analisis	23
3.2.3	Tahap 3: Hasil Studi	57
BAB IV.....		59
HASIL DAN PEMBAHASAN		59
4.1	Prakiraan (<i>Forecasting</i>)	59
4.1.1	Prakiraan Pesawat ditahun 2029	59
4.1.2	Prakiraan Pergerakan Pesawat Pada Jam Sibuk	65
4.2	Perhitungan kesesuaian PCN Bandara Internasional Minangkabau dengan ACN Boeing 777-300ER.....	67
4.3	Perencanaan <i>Runway</i>	69
4.4	Perencanaan <i>Taxiway</i> dan <i>Exit Taxiway</i>	72
4.5	Perhitungan <i>Apron</i>	76
4.6	Perencanaan Kawasan Keselamatan Operasional Penerbangan (KKOP)	80
4.7	Perencanaan Perkerasan Sisi Udara	81
4.7.1	Perkerasan Lentur	81
4.7.2	Perkerasan Kaku	88
BAB V		95
KESIMPULAN DAN SARAN		95
5.1	Kesimpulan	95
5.2	Saran	96
DAFTAR PUSTAKA.....		97
LAMPIRAN		101

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 ICAO Aerodome Reference Code.....	26
Tabel 3.2 ICAO <i>Reference Code Minimum Runway Width</i>	28
Tabel 3.3 Kemiringan memanjang maksimum <i>runway</i>	29
Tabel 3.4 Kemiringan melintang <i>runway</i>	29
Tabel 3.5 Kemiringan melintang <i>runway</i> (lanjutan)	30
Tabel 3.6 Jarak pandang minimum <i>runway</i>	30
Tabel 3.7 <i>Turning Area</i>	31
Tabel 3.8 <i>Runway Shoulder</i>	31
Tabel 3.9 <i>Stopway/Overrun</i>	32
Tabel 3.10 Dimensi RESA	33
Tabel 3.11 <i>Runway Strip</i>	34
Tabel 3.12 Dimensi <i>Taxiway</i>	35
Tabel 3.13 Lebar Minimum <i>Taxiway Shoulder</i>	36
Tabel 3.14 <i>Maximum Longitudinal Slope</i>	36
Tabel 3.15 <i>Maximum Transverse Slope</i>	37
Tabel 3.16 <i>Taxiway Minimum Sight Distance</i>	37
Tabel 3.17 Jarak Antara Garis Tengah <i>Taxiway</i> dengan Garis Tengah <i>Runway</i>	38
Tabel 3.18 <i>Taxiway Strips</i>	38
Tabel 3.19 Jarak Lurus Minimum Setelah Belokan <i>Taxiway</i>	39
Tabel 3.20 Dimensi <i>Fillet Taxiway</i>	39
Tabel 3.21 Jari-jari <i>Fillet</i>	40
Tabel 3.22 Jari-jari minimum <i>taxiway</i>	42

Tabel 3.23 Perkiraan <i>Exit Taxiway</i> dari <i>Threshold</i> (ft)	43
Tabel 3.24 Dimensi <i>Apron</i>	45
Tabel 3.25 Jarak Bebas Antar Pesawat di <i>Apron</i>	46
Tabel 3.26 Jumlah Strip Tanda <i>Threshold</i>	48
Tabel 3.27 <i>Touchdown Zone</i>	49
Tabel 3.28 <i>Obstruction Restriction</i>	55
Tabel 4.1 Data Historis Pergerakan Pesawat Tahun 2015 – 2018	59
Tabel 4.2 Prakiraan Pergerakan Pesawat 10 Tahun mendatang ..	64
Tabel 4.3 Jumlah Pergerakan Pesawat	65
Tabel 4.4 Jumlah Pergerakan Pesawat (lanjutan).....	66
Tabel 4.5 Pergerakan Pesawat Perjam Pada 25 April 2019	66
Tabel 4.6 Pergerakan Pesawat Perjam Pada 25 April 2019 (lanjutan)	67
Tabel 4.7 Tabel rekapitulasi kesesuaian ACN-PCN	68
Tabel 4.8 Tabel rekapitulasi kesesuaian ACN-PCN (lanjutan)...	69
Tabel 4.9 Kecepatan dan Perlambatan Tiap Tipe Pesawat.....	74
Tabel 4.10 Jarak ujung <i>runway</i> ke titik <i>touchdown</i> (Dtd) dan jarak titik <i>touchdown</i> ke lokasi <i>exit taxiway</i> (De)	76
Tabel 4.11 Jarak ujung <i>runway</i> ke titik <i>touchdown</i> (D1) dan jarak titik <i>touchdown</i> ke lokasi <i>exit taxiway</i> (D2) Terkoreksi.....	76
Tabel 4.12 Jumlah Kebutuhan Gate	77
Tabel 4.13 Spesifikasi Pesawat perkategori	77
Tabel 4.14 Spesifikasi Pesawat perkategori (lanjutan).....	78
Tabel 4.15 Tanda Jenis Lampu III.....	81

Tabel 4.16 Kawasan Keselamatan Operasional Penerbangan.....	82
Tabel 4.17 Perkiraan jumlah pesawat tahun 2039.....	83
Tabel 4.18 Ketebalan Total Perkerasan Lentur	87
Tabel 4.19 Perkiraan jumlah pesawat tahun 2039.....	89
Tabel 4.20 Konversi Nilai CBR ke k	90
Tabel 4.21 Ketebalan total perkerasan kaku.....	93

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Bandar Udara Internasional Minangkabau5	5
Gambar 1.2 Bandar Udara Internasional Minangkabau6	6
Gambar 2.1 Dimensi Boeing 777-300ER..... 10	10
Gambar 3.1 Jari-jari <i>Fillet</i>40	40
Gambar 3.2 Rapid <i>Exit Taxiway</i>41	41
Gambar 3.3 Posisi <i>Apron</i> dan <i>Taxiway</i>45	45
Gambar 3.4 Ukuran-ukuran dan bentuk angka untuk marking ..48	48
Gambar 3.5 Marking Touchdown Zone50	50
Gambar 3.6 FAARFIELD v 1.4257	57
Gambar 4.1 Grafik data historis pergerakan pesawat tahun 2015-201860	60
Gambar 4.2 Tampilan <i>input</i> data dalam minitab61	61
Gambar 4.3 Tampilan menu <i>forecasting</i> pada minitab61	61
Gambar 4.4 Tampilan menu <i>decomposition</i> minitab.....62	62
Gambar 4.5 Tampilan model <i>multiplicative decomposition</i>63	63
Gambar 4.6 Tampilan model <i>additive decomposition</i>63	63
Gambar 4.7 Tampilan menu <i>forecasting decomposition</i>64	64
Gambar 4.8 Grafik Prakiraan Pertumbuhan Pergerakan Pesawat Hingga 10 Tahun Mendatang65	65
Gambar 4.9 Posisi ujung <i>runway</i> ke titik <i>touchdown</i> (Dtd) dan jarak titik <i>touchdown</i> ke lokasi <i>exit taxiway</i> (De)76	76
Gambar 4.10 Daerah yang melebihi standar KKOP.....81	81
Gambar 4.11 Tampilan menu utama pada FAARFIELD.....85	85

Gambar 4.12 Tampilan menu <i>structure</i> pada FAARFIELD	85
Gambar 4.13 Tampilan menu <i>aeroplane</i> pada FAARFIELD	86
Gambar 4.14 Tampilan menu <i>structure</i> pada FAARFIELD	86
Gambar 4. 15 Tampilan hasil desain tebal perkerasan lentur dengan software FAARFIELD.....	87
Gambar 4.16 Grafik perubahan total perkerasan lentur berdasarkan CBR.....	88
Gambar 4.17 Tampilan menu utama pada FAARFIELD.....	91
Gambar 4.18 Tampilan menu <i>structure</i> pada FAARFIELD.....	91
Gambar 4.19 Tampilan menu <i>aeroplane</i> pada FAARFIELD	92
Gambar 4.20 Tampilan menu <i>structure</i> pada FAARFIELD	93
Gambar 4.21 Grafik perubahan total tebal perkerasan kaku berdasarkan nilai CBR.....	94

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sumatera Barat adalah salah satu tujuan wisata favorit baik bagi wisatawan domestik maupun wisatawan mancanegara. Wilayah provinsi ini terletak di sepanjang pesisir barat Sumatera bagian tengah, dataran tinggi bukit barisan di sebelah timur, dan sejumlah pulau lepas pantai seperti kepulauan Mentawai, dengan luas total 42.297,3 km² dan jumlah penduduk mencapai 5.382.077 jiwa (Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Barat, 2018). Sumatera Barat memiliki beberapa peninggalan sejarah seperti Jam Gadang dan Lobang Jepang. Selain peninggalan sejarah, Sumatera Barat juga mempunyai panorama yang indah seperti jembatan akar di Kab. Pesisir Selatan dan Ngarai Sianok di kota Bukittinggi. Bukan hanya itu saja, Sumatera Barat juga mempunyai ciri khas makanan daerah yaitu rendang, bahkan rendang dinobatkan menjadi makanan terlezat dunia versi CNN Internasional. Data statistik mengatakan bahwa pada tahun 2017 terdapat 56.313 wisatawan mancanegara, jumlah ini meningkat sebesar 13.34% dari tahun 2016 yang terdapat 49.686 (Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Barat, 2018). Adapun wisatawan domestik pada tahun 2017 diperkirakan mencapai 7.8 juta orang, meningkat sebesar 7% dari tahun 2016 yang mencapai 7.3 juta orang (Erinaldi, 2017).

Saat ini Sumatera Barat hanya mempunyai satu Bandar Udara yaitu Bandar Udara Internasional Minangkabau. Bandar Udara Internasional Minangkabau dibangun pada tahun 2001 dan di operasikan penuh pada 22 juli 2005 menggantikan Bandar Udara Tabing. Dengan luas terminal 20.580m² bandara ini dapat menampung sebanyak 2.5 juta penumpang setiap tahunnya (Angkasa Pura II, 2018). Sedangkan untuk fasilitas sisi udara Bandara Internasional memiliki ukuran *runway* 2750x45m,

taxiway terdiri dari 3 Jalur dan *apron* seluas 37.800m² (Bandara Internasional Minangkabau, 2018). Bandara ini termasuk dalam kategori kelas 4D yang berarti dimaksudkan untuk menampung pesawat dengan *Aeroplane Reference Field Length* (ARFL) kurang dari 1800m.

Setiap tahunnya Bandara Internasional Minangkabau mengalami peningkatan jumlah penumpang dan pergerakan pesawat. Pada tahun 2017 tercatat terdapat 1.666.623 penumpang sedangkan pada tahun 2016 tercatat hanya mencapai 1.551.138 penumpang. Jika kita melihat dari segi pergerakan pesawat, Bandara Internasional Minangkabau juga mengalami peningkatan setiap tahunnya yakni sebanyak 10.014 pergerakan pesawat pada tahun 2015, 10.757 pergerakan pesawat pada tahun 2016 dan 11.555 pergerakan pesawat pada tahun 2017 (Angkasa Pura II, 2018).

Dengan adanya peningkatan jumlah penumpang dan pergerakan pesawat maka mendorong pihak maskapai untuk menggunakan pesawat dengan ukuran yang lebih besar. Sebagai contoh Bandara Internasional Minangkabau menggunakan pesawat Boeing 747 dan Airbus 330 untuk pengangkutan jemaah haji, namun untuk musim haji tahun 2017 yang mengalami peningkatan kuota sebesar 31% membuat pihak maskapai Garuda Indonesia mengganti jenis pesawat menjadi tipe Boeing 777 (Prasetyo, 2017).

Penggunaan pesawat Boeing 777 yang memiliki ukuran yang lebih besar menimbulkan beberapa permasalahan. Berdasarkan data dari perusahaan Boeing panjang *runway* minimal untuk Boeing 777 dengan *Take-off Weight* 100% membutuhkan ±3100m (Boeing, 2011). Dengan panjang *runway* yang dimiliki Bandara Internasional Minangkabau sekarang, tidak memungkinkannya menampung Boeing 777 dengan beban maksimum yang bisa diangkut pesawat. Selain permasalahan *runway*, terdapat juga permasalahan *turning* pesawat pada Bandara Internasional

Minangkabau. Kemenhub berkoordinasi dengan PT. Garuda Indonesia melaksanakan *proofing flight* untuk memastikan *turning area* pada Bandara Internasional Minangkabau bisa digunakan atau tidak. Dari hasil *proofing flight* dinyatakan bahwa ujung *runway* memang tidak bisa digunakan untuk tipe pesawat Boeing 777 (Prasetyo, 2017).

Oleh karena itu dengan adanya peningkatan jumlah penumpang, pergerakan pesawat serta penggunaan pesawat dengan ukuran yang lebih besar maka perlu dilakukan pengembangan pada Bandar Udara Internasional Minangkabau. Pengembangan ini sangat diperlukan khususnya pada bagian sisi udara Bandara Internasional Minangkabau agar dapat menampung peningkatan jumlah penumpang dan rute penerbangan setiap tahunnya serta dapat mengakomodasi penggunaan pesawat dengan ukuran besar.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan adanya peningkatan jumlah penumpang, pergerakan pesawat dan penggunaan pesawat dengan ukuran yang lebih besar pada Bandara Internasional Minangkabau diperlukan penyelesaian pada beberapa permasalahan berikut ini:

1. Bagaimana perkiraan pergerakan pesawat pada 10 tahun mendatang?
2. Bagaimana kesesuaian PCN Bandara Internasional Minangkabau untuk pesawat Boeing 777-300ER?
3. Bagaimana hasil evaluasi sisi udara terhadap pengoperasian pesawat Boeing 777-300ER?
4. Bagaimana hasil evaluasi lokasi berdasarkan KKOP setelah dilakukannya pengembangan?
5. Berapa tebal rencana perkerasan dari pengembangan sisi udara Bandara Internasional Minangkabau?

1.3 Tujuan Masalah

Dengan adanya rencana pengembangan Bandara Internasional Minangkabau diharapkan dapat menampung peningkatan jumlah penumpang dan penambahan rute serta dapat

mengakomodasi penggunaan pesawat dengan ukuran besar. Tujuan tersebut dapat dicapai apabila tahapan berikut dapat terselesaikan:

1. Mengetahui perkiraan pergerakan pesawat dan jumlah penumpang pada 10 tahun mendatang
2. Mengetahui kesesuaian PCN Bandara Internasional Minangkabau untuk pesawat Boeing 777-300ER
3. Mengetahui hasil evaluasi sisi udara terhadap pengoperasian pesawat Boeing 777-300ER
4. Mengetahui hasil evaluasi lokasi berdasarkan KKOP setelah dilakukannya pengembangan
5. Mengetahui tebal rencana perkerasan dari pengembangan sisi udara Bandara Internasional Minangkabau

1.4 Manfaat

Studi ini diharapkan dapat menjadi manfaat yang luas, baik secara internal maupun eksternal:

1. Mahasiswa mampu menghitung dan merencanakan pengembangan dari sisi udara Bandara Internasional Minangkabau
2. Dapat menjadi referensi untuk pembangunan pengembangan bandara Internasional Minangkabau

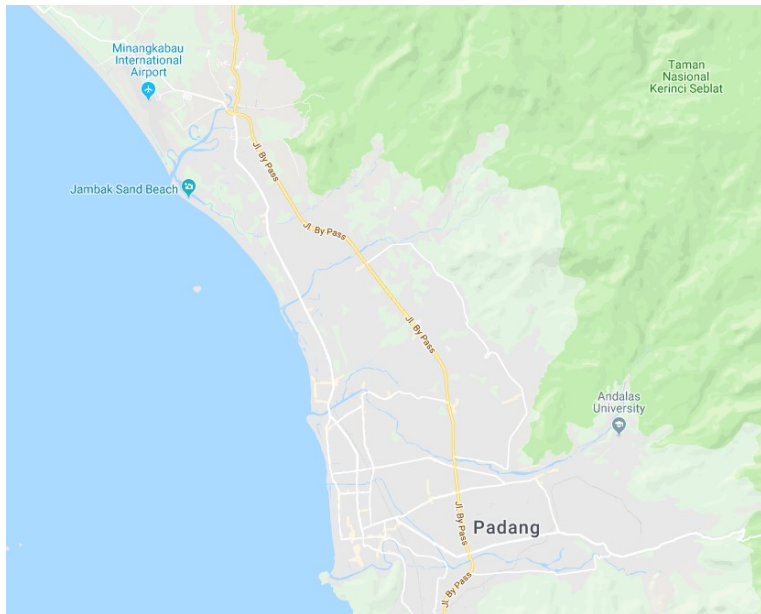
1.5 Batasan Masalah

Dalam proses penyelesaian masalah yang ada, ada beberapa hal yang menjadi batasan, hal ini dikarenakan adanya keterbatasan data dan waktu yang diperlukan dalam penyelesaian studi. Adapun beberapa batasan masalah tersebut adalah:

1. Tidak melakukan perbaikan tanah
2. Tidak melakukan perencanaan drainase
3. Tidak melakukan perhitungan biaya yang diperlukan
4. Peramalan hanya menggunakan data historis tanpa mempertimbangkan akibat dari berbagai faktor lain

1.6 Lokasi

Bandara Internasional Minangkabau berjarak sekitar 24 km dari pusat Kota Padang yang berada pada kelurahan Ketapiang, kecamatan Batang Anai, Kabupaten Padang Pariaman, Sumatera Barat.



Gambar 1.1 Lokasi Bandar Udara Internasional Minangkabau
(Sumber : Google Earth, Desember 2018)



Gambar 1.2 Bandar Udara Internasional Minangkabau
(Sumber : Google Earth, Desember 2018)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perkembangan Transportasi Udara

Perkembangan transportasi udara secara Internasional menunjukkan pertumbuhan yang cukup baik. Menurut kompilasi awal International Civil Aviation Organization (ICAO) statistik global tahunan, jumlah total penumpang yang menggunakan layanan terjadwal naik menjadi 3,979 miliar pada tahun 2017, yang 7,4 persen lebih tinggi dari tahun sebelumnya, sementara jumlah keberangkatan mencapai 36,7 juta pada tahun 2017, 3,1 persen meningkat dibandingkan dengan 2016. Lalu lintas penumpang, dinyatakan dalam jumlah total pendapatan terjadwal yang dilakukan oleh penumpang-kilometer (RPK), membukukan peningkatan 7,9 persen, dengan sekitar 7.699 miliar RPK dilakukan pada tahun 2017. Asia / Pasifik tetap menjadi wilayah terbesar dengan 34 persen lalu lintas dunia, posting pertumbuhan 10,7 persen pada tahun 2017, diikuti oleh Eropa dengan 27 persen lalu lintas dunia dan pertumbuhan 8,6 persen. Amerika Utara, yang menyumbang 23 persen lalu lintas dunia, tumbuh 4,1 persen. Wilayah Timur Tengah, mewakili 9 persen lalu lintas dunia, mencatat tingkat pertumbuhan 6,5 persen. Wilayah Amerika Latin / Karibia menyumbang 5 persen lalu lintas dunia dan tumbuh pada 7,4 persen. Sisa 2 persen lalu lintas dunia dilakukan oleh maskapai penerbangan wilayah Afrika, yang mencatat pertumbuhan 7,2 persen. Lalu lintas penumpang terjadwal internasional tumbuh sebesar 8,4 persen di RPK pada tahun 2017, dibandingkan dengan pertumbuhan 7,7 persen yang tercatat pada tahun 2016. Maskapai penerbangan Eropa melihat pertumbuhan 8,8 persen dan menyumbang pangsa terbesar RPK internasional, sebesar 37 persen dari total. Asia / Pasifik mempertahankan pangsa terbesar kedua di 29 persen. Pertumbuhan untuk wilayah ini adalah 10,5 persen. Timur Tengah menyumbang 14 persen RPK internasional

dan mencatat pertumbuhan 6,5 persen pada tahun 2017, jauh lebih rendah dari pertumbuhan dua digit yang tercatat pada tahun 2016. Amerika Utara yang menyumbang 13 persen dari RPK internasional, tumbuh sebesar 4,9 persen. Operator Afrika, yang menyumbang 3 persen dari RPK internasional, tumbuh sebesar 8,1 persen. Operator Amerika Latin / Karibia yang merupakan bagian dari 4 persen RPK internasional mengalami pertumbuhan 9,1 persen pada tahun 2017.

Sedangkan untuk pertumbuhan lalu lintas udara dari segi nasional menunjukkan hasil yang cukup positif. Berdasarkan data yang didapatkan dari Badan Pusat Statistik (BPS) jumlah keberangkatan domestik pada tahun 2016 mencapai 83,35 juta penumpang, naik dari tahun sebelumnya yang hanya mencatat 72,6 juta penumpang. Untuk sektor keberangkatan internasional juga menunjukkan pertumbuhan yang cukup baik. Tercatat ada 14,8 juta penumpang pada tahun 2016, naik sebesar 8,6% pada tahun sebelumnya. Untuk rata-rata kenaikan jumlah penumpang pertahun dari tahun 2008 sampai 2016, baik keberangkatan domestik maupun internasional, tercatat kenaikan rata-rata sebesar 11%.

Untuk pertumbuhan penerbangan dari Bandara Internasional Minangkabau sendiri juga menunjukkan trend yang positif. Berdasarkan data yang didapatkan dari BPS, Pada tahun 2017 tercatat terdapat 1.666.623 penumpang sedangkan pada tahun 2016 tercatat hanya mencapai 1.551.138 penumpang naik sebesar 7,4%. Untuk pertumbuhan rata-rata dari tahun 2005 sampai 2017 didapatkan kenaikan sebesar 10,23%.

2.2 Embarkasi Haji, Umroh dan Tipe Pesawat

Ibadah haji merupakan rukun Islam yang kelima bagi orang yang mampu menunaikannya. Adapun beberapa keutamaan dari ibadah haji yaitu haji merupakan amalan yang paling afdhol, jika ibadah haji tidak bercampur dengan dosa maka balasannya adalah surga, haji termasuk jihad fii sabilillah, haji akan menghapuskan dosa-dosa, haji akan menghilangkan kefakiran, orang yang berhaji adalah tamu Allah (Abduh, 2011).

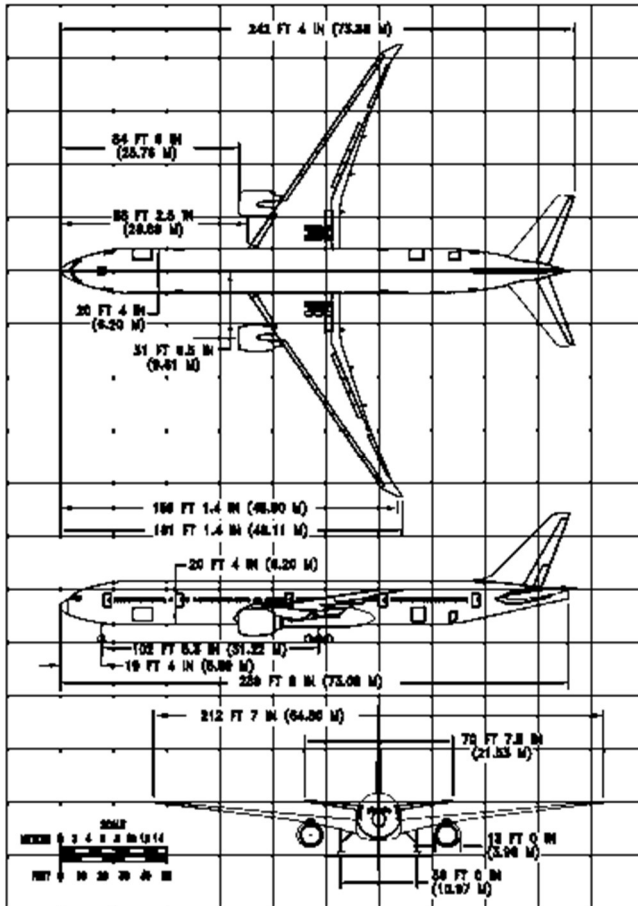
Menurut Rosyid tahun 2018 menunaikan ibadah haji bagi muslim di Indonesia tidak hanya semata-mata perjalanan spiritual, ada yang menganggap sebagai simbol status sosial agar dilegitimasi oleh lingkungannya sebagai orang yang mampu dan taat beragama (Rosyid, 2018).

Berdasarkan data statistik yang didapatkan, diketahui jumlah jemaah haji Indonesia mengalami peningkatan pada setiap tahunnya. pada tahun 2016 tercatat sebanyak 156.356 jemaah haji, untuk tahun 2017 mengalami peningkatan kuota yakni mencapai 205.599 jemaah haji, sedangkan pada tahun 2018 jemaah haji juga meningkat akan tetapi tidak mengalami penambahan kuota yang cukup signifikan yakni hanya mencapai 205. 886 (Kementrian Agama Republik Indonesia, 2018). Sedangkan untuk jumlah jemaah haji yang diberangkatkan melalui embarkasi Bandar Udara Internasional Minangkabau mencapa 4.668 orang, dibagi menjadi 12 kloter (Nursalikah, 2018). Jumlah ini meningkat dari 2 tahun sebelumnya yang rata-rata jumlah jemaah haji hanya mencapai 3.599 orang (Agustino, 2017).

Berdasarkan Keputusan Menteri Agama Republik Indonesia No. 74 tahun 2007 menetapkan Bandara Internasional Minangkabau sebagai Embarkasi Haji untuk wilayah Provinsi Sumatera Barat, Provinsi Bengkulu dan sebagian Provinsi Jambi meliputi: Kab. Merangin, Kab. Kerinci, Kab. Sorolangun, Kab. Bungo, dan Kab. Tebo. Pada tahun 2017 seiring bertambahnya jumlah kuota haji, PT. Garuda Indonesia menggunakan pesawat berjenis Boeing 777 untuk embarkasi haji. Pesawat ini dapat menampung penumpang hingga 451 penumpang dan jumlah jangkauan perjalanan sampai 17.372 km. Pesawat ini mempunyai lebar sayap mencapai 64.8m dan panjang 73.9m serta Maximum Take Off Weight (MTOW) 351.500kg. spesifikasi untuk pesawat Boeing 777-300ER dapat dilihat pada gambar 2.1.

Selain menjadi embarkasi jemaah haji, Bandara Internasional Minangkabau juga menjadi tempat keberangkatan

jamaah umroh. Berdasarkan padek.co (2018) potensi masyarakat Sumbar pergi ke Tanah Suci untuk beribadah umrah cukup besar. Jumlahnya mencapai 3.000-3500 orang perbulannya. Selain itu pemerintah daerah juga menginginkan adanya rute langsung dari Bandara Internasional Minangkabau ke Jeddah(Febriyani, 2018).



Gambar 2.1 Dimensi Boeing 777-300ER
(Sumber : Boeing, 2011)

2.3 Metode Peramalan Pertumbuhan Penumpang dan Lalu Lintas Udara

Berdasarkan studi yang dilakukan oleh Irma Eliza (2011) disimpulkan bahwa metode peramalan dapat dikelompokkan menjadi dua metode yaitu metode kualitatif dan kuantitatif. Namun dalam penelitian ini hanya menggunakan metode kuantitatif. Peramalan kuantitatif dapat diterapkan apabila memenuhi tiga kondisi sebagai berikut (Eliza, 2011):

1. Tersedia informasi tentang masa lalu
2. Informasi tersebut dapat dikuantitatifkan dalam bentuk data numerik.
3. Dapat diasumsikan bahwa beberapa aspek pola masa lalu akan terus berlanjut di masa mendatang.

Secara umum, metode peramalan kuantitatif dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu:

1. Metode kausal (regresi)

Metode kausal yaitu memasukkan dan menguji variabel-variabel yang diduga mempengaruhi variabel dependent. Peramalan didasarkan atas hubungan sebab akibat (kausal), dengan demikian model akan lebih dari satu variabel.

2. Metode runtun waktu

Metode runtun waktu berusaha untuk meramalkan masa depan dengan menggunakan data historis, dengan kata lain metode runtun waktu mencoba melihat apa yang terjadi pada suatu kurun waktu tertentu dan menggunakan data runtun waktu masa lalu untuk meramalkan. Metode ini didasarkan pada input data yang berupa data dengan basis waktu (harian, mingguan, bulanan dan lainnya).

Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode runtun waktu (Box Jenkins). Selanjutnya pengolahan data dilakukan dengan bantuan software statistika yaitu minitab. Dari penelitian ini disimpulkan bahwa hasil peramalan pada data training mendekati

data aktual sedangkan pada data testing kurang mendekati data aktual. Hal ini disebabkan oleh data yang digunakan pada training masih terdapat unsur data aktual sedangkan pada testing tidak menggunakan data aktual tetapi menggunakan data hasil peramalan pada training. Walaupun demikian, hasil peramalan secara keseluruhan mempunyai pola yang sama dengan pola data aktual tahun-tahun sebelumnya yaitu pola tren musiman.

Metode dekomposisi adalah suatu prosedur dalam menganalisa data deret waktu dengan cara mengidentifikasi faktor-faktor komponen yang ada dalam suatu periode data. Prinsip dasar dari metode dekomposisi deret waktu adalah mendekomposisi (memecah) data deret waktu menjadi beberapa pola (musiman, trend, siklus dan faktor acak) dan mengidentifikasi masing-masing komponen dari deret waktu tersebut secara terpisah. Pemisahan ini dilakukan untuk membantu meningkatkan ketepatan peramalan dan membantu pemahaman atas perilaku deret data secara lebih baik. Menurut hildebrand (1991), komponen tren, siklus, musiman dan kesalahan dari deret waktu dapat diasumsikan dalam dua model yang berbeda yaitu model multiplikatif dan model aditif. Metode mempunyai kelebihan seperti dapat melakukan peramalan secara rinci dikarenakan memperhitungkan beberapa faktor seperti musiman, trend, siklus, hingga faktor kesalahan.

2.4 Keselamatan Operasional Penerbangan

Keselamatan dalam Penerbangan tentu menjadi suatu hal yang sangat penting dalam sektor transportasi udara. Instrument Landing System (ILS) merupakan salah satu pengamanan yang ada pada bandara. ILS sendiri terbagi menjadi 3 subsistem seperti Localizer, Glide Slope, dan Marker Beacon. Untuk Bandara Internasional Minangkabau sendiri, memiliki ILS dengan kategori I. Hal ini berarti suatu keadaan di mana pendekatan dan pendaratan instrumen berpresisi dengan decision height tidak lebih rendah dari 200 kaki di atas touchdown zone dan dengan jarak pandang tidak kurang dari 2.625 kaki atau jarak pandang ke landasan tidak kurang dari 2.400 kaki (dengan touchdown zone dan center lightning, RVR 1.800 kaki). Pesawat yang dilengkapi dengan Enhanced

Flight Vision System bisa, dalam keadaan tertentu, melanjutkan pendekatan ke CAT II. Untuk Kategori II yaitu suatu keadaan di mana Pendekatan dan pendaratan instrumen berpresisi dengan decision height kurang dari 200 kaki di atas touchdown zone tetapi tidak kurang dari 100 kaki, dan jarak pandang ke landasan tidak kurang dari 1.200 kaki. Dan Kategori III dibagi menjadi 3 bagian yaitu IIIa, IIIb, dan IIIc.

Selain Instrumen yang berada pada suatu bandara, Topografi suatu daerah menjadi suatu hal yang penting dalam keselamatan operasional penerbangan. Berdasarkan topografi di sekitar Bandara Internasional Minangkabau menunjukkan bahwa Bandara Internasional Minangkabau dikelilingi oleh beberapa dataran tinggi serta gunung-gunung. Dengan elevasi bandara yang hanya ± 26 ft diatas permukaan laut serta daerah ketinggian disekitar Bandara Internasional Minangkabau yang mencapai ± 4000 ft diperlukan evaluasi mengenai keselamatan operasional penerbangan di bandara tersebut apa bila dilakukan perpanjangan *runway*.

Pada tahun 2013 terjadi kecelakaan yang mengakibatkan pesawat Sriwijaya Air tergelincir di Bandara Internasional Minangkabau. Berdasarkan laporan yang dikeluarkan oleh KNKT, investigasi dilakukan terhadap beberapa faktor seperti *Runway*, ILS, keputusan pilot untuk mendarat, dan erhatian dari menara kontrol ke pesawat yang akan mendarat. KNKT menyimpulkan terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kecelakaan tersebut yaitu informasi penting yang tidak jelas dalam salinan (hitam dan putih) dari bagan pendekatan ILS mungkin telah terlewatkan oleh pilot dan mungkin mengurangi kesadaran pilot ke bandara yang berdekatan dengan arah dan dimensi landasan yang sama, Pengalaman sebelumnya VOR palsu mungkin telah membuat pendaratan dilanjutkan dalam kondisi pendaratan yang tidak stabil, dan kesalahan informasi dari *runway* tidak diberikan dalam pendaratan yang tidak normal.

2.5 Struktur Perkerasan Bandara

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

a. Perkerasan Lentur

Perkerasan Lentur adalah sistem perkerasan jalan dimana konstruksinya terdiri dari beberapa lapisan. Tiap-tiap lapisan perkerasan pada umumnya menggunakan bahan maupun persyaratan yang berbeda sesuai dengan fungsinya yaitu, untuk menyebarkan beban roda kendaraan sedemikian rupa sehingga dapat ditahan oleh tanah dasar dalam batas daya dukungnya. Adapun lapisan perkerasan lentur sebagai berikut:

- Tanah Dasar (*Sub Grade*)
Tanah dasar pada perencanaan tebal perkerasan akan menentukan kualitas konstruksi perkerasan sehingga sifat-sifat tanah dasar menentukan kekuatan dan keawetan konstruksi landasan pacu. Penentuan daya dukung tanah dasar berdasarkan evaluasi hasil pemeriksaan laboratorium tidak dapat mencakup secara detail, sifat-sifat daya dukung tanah sepanjang suatu bagian. Koreksi perlu dilakukan baik dalam tahap perencanaan detail maupun pelaksanaan di lapangan.
- Lapisan Pondasi Bawah (*Sub Base*)
Lapisan pondasi bawah adalah bagian dari konstruksi perkerasan landasan pacu yang terletak antara tanah dasar dan lapisan pondasi atas. Fungsi

lapisan ini seperti menyebarkan beban ke tanah dasar, mencapai efisiensi penggunaan material yang murah agar lapisan-lapisan selebihnya dapat dikurangi tebalnya, dan mencegah tanah dasar masuk kedalam lapisan pondasi atas.

- Lapisan Pondasi Atas (*Base*)
Lapisan pondasi atas merupakan bagian dari landasan pacu yang terletak diantara lapisan pondasi bawah dan lapisan permukaan. Fungsi dari lapisan ini adalah sebagai bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dan menyebarkan beban ke lapisan dibawahnya, lapisan peresapan dan bantalan untuk lapisan pondasi bawah. Spesifikasi lapis pondasi atas yang memiliki kualitas komponen, gradasi yang baik.
- Lapisan Permukaan (*Surface Course*)
Lapisan permukaan adalah lapisan yang terletak di bagian paling atas. Berfungsi sebagai lapisan perkerasan penahan roda, lapisan kedap air, lapisan aus, dan lapisan yang menyebarkan beban ke lapisan bawah.

b. Perkerasan Kaku

Perkerasan kaku adalah suatu perkerasan yang mempunyai sifat dimana saat pembebanan berlangsung perkerasan tidak mengalami perubahan bentuk, yang mana perkerasan tetap seperti kondisi semula setelah adanya pembebanan. Perkerasan Kaku terdiri dari dua lapisan yaitu lapisan permukaan dan lapisan pondasi. Biasanya perkerasan kaku digunakan untuk menahan beban yang diam. Standar Federal Aviation Administration (FAA) lapis pondasi bawah untuk perkerasan kaku adalah sebesar 4 inci (102 mm) dengan jenis material adalah P-154, pada lapis pondasi bawah. Dalam beberapa kasus tertentu, diinginkan

menggunakan bahan yang berkualitas lebih tinggi atau ketebalan P-154 lebih besar dari 4 inci (102 mm)

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

Berdasarkan data yang didapatkan dari situs resmi Bandara Internasional Minangkabau diketahui bahwa nilai kode PCN (*Pavement Classification Number*) untuk *runway* dan *taxiway* adalah 83 F/C/X/T. Kode PCN terbagi menjadi 5 bagian yaitu:

- a. Kode pertama adalah angka nilai yang ditetapkan untuk kekuatan *pavement*.
- b. Kode kedua adalah tipe *pavement*
 - R = Rigid
 - F = Flexible
- c. Kode ketiga adalah kekuatan lapisan di bawah *pavement* (*subgrade*)
 - A = High
 - B = Medium
 - C = Low
 - D = Ultra Low
- d. Kode keempat adalah maksimum tekanan ban pesawat yang bisa diterima oleh *pavement*
 - W = *High, no pressure limit*
 - X = *Medium, limited to 1.5MPa*
 - Y = *Low, Limited to 1.0MPa*
 - Z = *Very low, limited to 0.5 MPa*
- e. Kode kelima adalah cara perhitungan nilai PCN apakah dengan cara teknikal (T) atau dengan pemakaian dengan pesawat (U)

Berdasarkan studi yang dilakukan oleh Marc Stet telah diketahui bahwa penggunaan metode CBR yang dikeluarkan FAA tidak memadai untuk memprediksi kerusakan lapisan perkerasan pada suatu *runway* yang disebabkan oleh pesawat-pesawat besar yang baru. penggunaan program bantu pada saat ini memberikan perencanaan untuk mengakses secara keseluruhan perihal metode lapisan lentur, termasuk perawatan dan merencanakan suatu desain untuk bermacam-macam pesawat dan perencanaan perkerasan struktur dengan metode yang seharusnya. Pemerintah Belanda mengharuskan menggunakan program bantu yang dapat menghitung analisa linier elastis (*linier elastic analysis*) menggunakan teori lentur dan kaku suatu lapisan. Penggunaan panduan CROW aslinya digunakan untuk bandara yang berada di Belanda. Pedoman ini memberikan sebuah kesamaan dalam transfer pembebanan suatu perkerasan. *CROW-guideline* sesuai dengan metode desain ulang yang saat ini digunakan di Belanda, dan bisa untuk menentukan kapabilitas suatu struktur atau PCN dari perkerasan untuk mendukung pembebanan pesawat rencana dan lalu lintas untuk umur perkerasan rencana. Fungsi transfer yang disajikan di sini khas untuk bahan bangunan dan subkondisi Belanda. Pedoman ini terutama dimaksudkan untuk digunakan di Belanda, namun, dapat digunakan dengan baik oleh Negara-negara lain dan / atau negara-negara NATO, asalkan mereka menggunakan atau menguji karakteristik bahan konstruksi jalan mereka sendiri. Dengan penekanan saat ini dan persyaratan untuk desain yang lebih baik / metode evaluasi, penggunaan Pedoman oleh Anggota Negara ICAO sebagai metode penilaian PCN standar sangat disarankan. (Stet, n.d.).

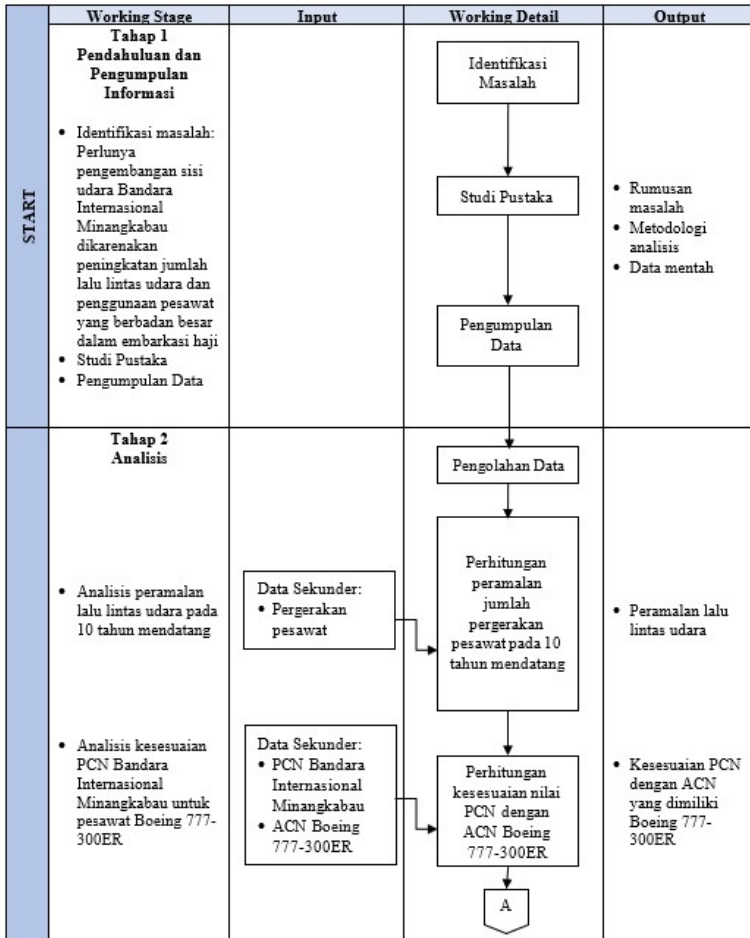
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

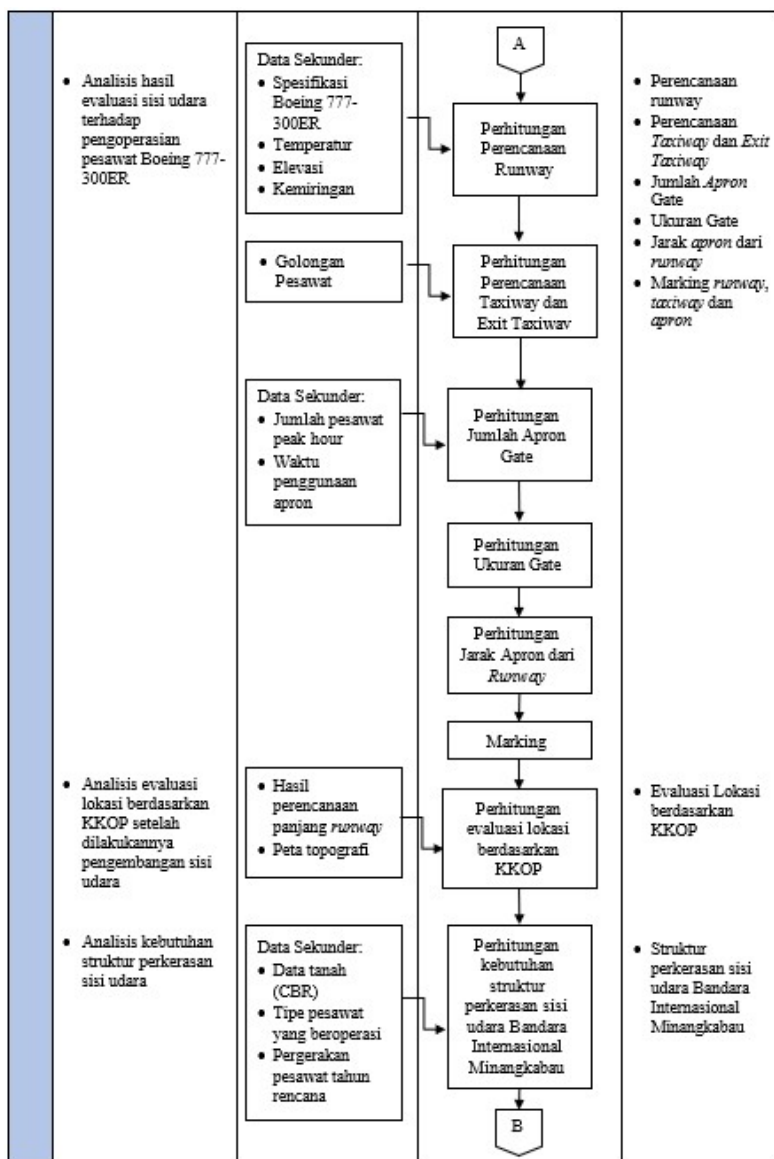
BAB III

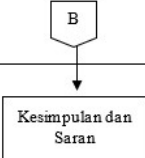
METODOLOGI

3.1 Diagram Alir Penyelesaian Tugas Akhir

Dalam melakukan perencanaan pengembangan sisi udara Bandara Internasional Minangkabau, maka disusun diagram alir untuk memudahkan pengerjaan tugas akhir ini:





				
FINISH	Tahap 3 Hasil Studi		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;">Kesimpulan dan Saran</div>	<ul style="list-style-type: none"> • Rumusan masalah terjawab • Saran untuk penelitian dan pengembangan di masa mendatang

3.2 Metodologi Penyelesaian Tugas Akhir

Diagram alir metodologi pengerjaan tugas akhir terbagi dalam beberapa bagian. Bagian *input* merupakan penjabaran data yang dibutuhkan sebagai masukan untuk bagian *working detail*. *Working detail* merupakan bagian detail penyelesaian masalah sesuai tahapan penyelesaian. *Output* merupakan luaran dari bagian *working detail* yang nantinya bisa digunakan sebagai *input* pada tahap selanjutnya. *Working stage* berisikan tahapan-tahapan dan masalah yang akan dibahas. Secara umum metodologi penyelesaian tugas akhir ini terbagi menjadi 3 bagian yang dijelaskan pada bagian *working stage*, yaitu: tahap pendahuluan dan pengumpulan informasi, tahap analisis, tahap hasil studi. Masing-masing tahap akan dijelaskan sebagai berikut:

3.2.1 Tahap 1: Pendahuluan dan Pengumpulan Informasi

Tahap ini terbagi menjadi 3 bagian yang dijelaskan bagian *working*. Identifikasi masalah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah perlunya pengembangan sisi udara Bandara Internasional Minangkabau yang diakibatkan peningkatan jumlah lalu lintas udara serta penggunaan pesawat berbadan besar seperti Boeing 777-300ER. Setelah dilakukan identifikasi masalah, dilanjutkan dengan tahap studi pustaka.

Dalam tahap studi pustaka, dilakukan studi dan peninjauan berupa referensi dari buku, jurnal, internet dan sumber yang relevan. Dalam pengerjaan tugas akhir ini sumber referensi yang utama yaitu buku dan peraturan terkait. Setelah dilakukan studi pustaka, dilanjutkan dengan tahap pengumpulan data.

Pada tahap pengumpulan data, dilakukan pengumpulan data yang diperlukan untuk pengerjaan tugas akhir ini. Data yang diperlukan yaitu:

Data Sekunder:

1. Pergerakan Pesawat

Data dari jadwal penerbangan bandara ini digunakan untuk perhitungan peramalan pertumbuhan lalu lintas udara. Data yang digunakan yaitu data informasi jumlah penerbangan dalam satu tahun pada Bandara Internasional Minangkabau

2. Jenis/tipe Pesawat

Digunakan dalam perencanaan pengembangan *runway*, *taxiway* dan *apron*. Data yang digunakan merupakan jenis pesawat yang beroperasi pada bandara Internasional Minangkabau.

3. Temperatur

Merupakan data dari kondisi lingkungan bandara digunakan untuk koreksi panjang *runway*.

4. Elevasi

Merupakan data dari kondisi lingkungan bandara yang digunakan untuk koreksi panjang *runway* sesuai dengan ketinggian bandara di atas permukaan laut.

5. Data Tanah (CBR)

Merupakan data dari kondisi tanah pada Bandara Internasional Minangkabau. Data yang digunakan berupa data tanah dalam bentuk CBR. Data digunakan untuk menghitung keperluan struktur perkerasan.

6. Topografi

Merupakan data dari ketinggian daerah disekitar Bandara Internasional Minangkabau. digunakan untuk evaluasi berdasarkan KKOP setelah dilakukannya pengembangan.

3.2.2 Tahap 2: Analisis

Langkah awal dalam tahap ini yaitu pengolahan data. Data yang telah diperoleh kemudian diolah, ditata dan dilakukan analisa sehingga didapatkan data mentah yang diharapkan agar memudahkan proses perhitungan tahap selanjutnya. Selanjutnya dilakukan perhitungan dan analisa yang terbagi dalam 5 bagian utama yaitu:

- Analisis peramalan lalu lintas udara pada 10 tahun mendatang
- Analisa kesesuaian ACN Boeing 777-300ER dengan PCN Bandara Internasional Minangkabau.
- Analisis rencana pengembangan sisi udara Bandara Internasional Minangkabau
- Analisis evaluasi lokasi berdasarkan KKOP setelah dilakukannya pengembangan sisi udara
- Analisis tebal perkerasan sisi udara

Dari 5 bagian utama tersebut kemudian dipecah menjadi bagian yang lebih detail sebagai berikut:

1. Perhitungan peramalan jumlah pergerakan pesawat pada 10 tahun mendatang dan *Peak Hour*

Dalam perencanaan bandar udara peramalan dapat dibagi dalam 3 jangka waktu yaitu peramalan jangka pendek (5 tahun), peramalan jangka menengah (10 tahun), dan peramalan jangka panjang (20 tahun). Dengan jangka ramalan yang jauh maka ketepatan dan ketelitiannya akan menyusut, maka perlu diingat bahwa ramalan jangka 20 tahun hanya merupakan pendekatan. Peramalan sederhana yang dapat digunakan yaitu dengan meramalkan permintaan pada masa mendatang melalui pengolahan data volume lalu lintas bandar udara di masa lalu (Basuki, 1986). Pengolahan data historis tersebut bisa dilakukan dengan beragam cara. Salah satu diantaranya dengan melakukan metode dekomposisi runtun waktu.

Metode Dekomposisi

Metode dekomposisi ini terbagi 2 yaitu model multiplikatif dan model aditif. Model multiplikatif dari metode dekomposisi adalah:

$$X_t = I_t \cdot T_t \cdot C_t \cdot E_t$$

Sedangkan model aditifnya adalah:

$$X_t = I_t + T_t + C_t + E_t$$

Dimana,

X_t = data aktual pada periode ke-t

T_t = komponen tren pada periode ke-t

C_t = komponen siklus pada periode ke-t

I_t = komponen musiman pada periode ke-t

E_t = komponen kesalahan pada periode ke-t

Pada Tugas Akhir ini perhitungan peramalan pertumbuhan pesawat menggunakan metode dekomposisi dibantu dengan menggunakan software minitab.

Peak Hour Rencana

Perhitungan peramalan pertumbuhan data historis volume lalu lintas udara dalam bentuk tahunan, menghasilkan olahan data berupa volume lalu lintas tahunan pula. Dimana data tersebut didapat dari akumulasi volume tiap jam dengan nilai yang berbeda-beda. Dalam 24 jam per harinya, terdiri dari jumlah pergerakan pesawat dan penumpang terbanyak yang dihasilkan dari volume per jam atau disebut dengan volume pada jam puncak. Pengkonversian data volume tahunan menjadi volume pada jam puncak dapat dilakukan dengan beberapa tahap tertentu sesuai dengan jenis data yang dimiliki. Beberapa tahapan untuk mendapatkan volume jam puncak adalah sebagai berikut:

a. Peak Month Movement

Untuk mendapatkan peak month ratio adalah mencari nilai perbandingan antara volume pergerakan bulanan dengan volume tahunan tahun yang ditinjau. Setelah didapatkan nilai peak moth ratio maka dikalikan dengan annual passenger tahun rencana

$$\text{Peak month Movement} = 0.09778 \times \text{Annual passenger}$$

b. Peak day Movement

Seperti halnya perhitungan sebelumnya, perlu diketahui terlebih dahulu peak day ratio. Untuk mendapatkan peak day ratio adalah mencari nilai perbandingan antara volume pergerakan harian tersibuk (peak day) dengan volume bulan tersibuk (peak month) dari tahun 2015-2018.

$$\text{Average day} = 0.029369 \times \text{peak month movement}$$

c. Peak Hour Movement

Untuk mendapatkan peak hour ratio adalah mencari nilai perbandingan antara volume pergerakan jam tersibuk dengan volume harian tersibuk.

$$\text{Peak Hour Movement} = \text{Peak Hour Ratio} \times \text{Peak Day Movement}$$

2. Perhitungan kesesuaian PCN dengan ACN pesawat Boeing 777-300ER

Pesawat Boeing 777-300ER mempunyai nilai ACN sebagai berikut:

- Berat Maximum = 3.345kN
- Tekanan Roda = 1.52 MPa
- Rigid Pavement Subgrade $k(\text{MPa}/\text{m}^3)$:
 - High = 66
 - Medium = 85
 - Low = 109
 - Very Low = 131
- Flexible Pavement subgrade CBR%:
 - High = 64
 - Medium = 71
 - Low = 89
 - Very Low = 120

Setelah diketahui nilai dari ACN boeing 777-300ER maka akan dilihat apakah PCN yang dimiliki Bandara Internasional Minangkabau memenuhi standar yang telah ditentukan. Nilai PCN yang dimiliki oleh suatu bandara tidak boleh kurang dari nilai ACN yang dimiliki oleh pesawat.

3. Perhitungan Perencanaan *Runway*

Fasilitas-fasilitas pendaratan sebuah bandara diharapkan memiliki keseragaman satu sama lain. Oleh karena itu sebagai petunjuk perencanaan bandar udara, ICAO, dan FAA membuat kriteria rancangan yang meliputi lebar, kemiringan, jarak pusat landasan pacu, landas hubung, dan kriteria lain yang berhubungan dengan area pendaratan. Semua itu harus memadai variasi karakteristik pesawat, cara penerbangan, dan kondisi cuaca. Dalam perencanaan suatu bandara digolongkan menjadi beberapa golongan bergantung pada panjang *Aeroplane Reference Field Length* (ARFL). ARFL adalah *runway* minimum yang dibutuhkan untuk lepas landas pada *maximum take off weight*, elevasi muka laut, kondisi standar atmosfer, keadaan tanpa angin bertiup, *runway* tanpa kemiringan (kemiringan=0). Berikut klasifikasi bandara menurut ICAO dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 ICAO Aerodome Reference Code

Code Number	Reference Field Length, m	Code Letter	Wingspan, m	Distance between Outside Edges of Main Gear, m
1	<800	A	<15	<4.5
2	800 - <1200	B	15- <24	4.5- <6
3	1200 - <1800	C	24 - <36	6 - <9
4	\geq 1800	D	36 - <52	9 - <14
		E	52 - <65	9 - <14
		F	65 - <80	14 - 16

(Sumber : Horonjeff and Mckelvey, 1994)

Selanjutnya akan dibahas mengenai hal-hal yang perlu diperhatikan dalam merencanakan *runway* suatu bandara.

a. Panjang *Runway*

Kondisi lingkungan bandara dapat mempengaruhi panjang dari *runway*, seperti temperatur, angin permukaan, kemiringan *runway*, ketinggian lapangan terbang dari muka air laut dan kondisi permukaan landasan. Menurut ICAO perhitungan panjang *runway* memakai suatu standar yang disebut *Aeroplane Reference Field Length (ARFL)*. ARFL adalah *runway* minimum yang dibutuhkan untuk lepas landas pada *maximum take off weight*, elevasi muka laut, kondisi standar atmosfer, keadaan tanpa angin bertiup, *runway* tanpa kemiringan (kemiringan=0). Setiap pesawat memiliki ARFL yang berbeda-beda yang dikeluarkan oleh pabrik yang membuatnya. Untuk itu dalam merencanakan suatu landasan harus dilakukan koreksi terhadap pengaruh kondisi lingkungan bandara. Adapun beberapa koreksi terhadap faktor lingkungan seperti:

- Temperatur
Menurut ICAO, panjang *runway* harus dikoreksi terhadap temperatur sebesar 1% setiap pertambahan temperatur 1°C, sedangkan untuk setiap kenaikan 1000m dari muka laut temperatur akan turun 6,5°C. oleh karena itu ICAO merekomendasikan hitungan koreksi untuk temperatur (F_t) sebagai berikut:

$$F_t = 1 + 0.01 (T - (15 - 0,0065 h)) \quad (3.4)$$

Dimana F_t adalah faktor koreksi temperatur, T adalah temperatur lapangan terbang dan H adalah elevasi lapangan terbang

- Elevasi Permukaan *Runway*
Menurut ICAO, panjang *runway* akan bertambah sebesar 7% setiap kenaikan 300m (1000ft) dihitung dari ketinggian diatas muka laut. Rumus perhitungan faktor koreksi elevasi F_e adalah sebagai berikut:

$$F_e = 1 + 0,07 h/300 \quad (3.5)$$

Dimana F_e adalah faktor koreksi elevasi, dan h adalah elevasi lapangan terbang

- Kemiringan *Runway*

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

$$F_s = 1 + 0,1S \quad (3.6)$$

Dimana F_s adalah faktor koreksi kemiringan dan S adalah kemiringan *runway* (%)

- b. **Lebar *Runway***

Persyaratan mengenai lebar *runway* rencana minimum diatur lebih detail menurut badan penerbangan ICAO dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 ICAO *Reference Code Minimum Runway Width*

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

(Sumber : Horonjeff and Mckelvey, 1994)

- c. **Kemiringan Memanjang *Runway***

Kemiringan memanjang *runway* (*longitudinal slope*) merupakan kemiringan yang ditentukan dengan pembagian antara elevasi maksimum dan minimum

sepanjang garis tengah *runway*, Maksimum kemiringannya diuraikan pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Kemiringan memanjang maksimum *runway*

Code Letter	Penggolongan Pesawat	Runway Gradient (m)	Pada Bagian Landasan (%)	¼ dari ujung landasan (%)	Jarak tampak pada jarak min ½ landasan (m)
A	I	≤ 2	≤ 2	-	1,5
B	II	≤ 2	≤ 2	-	1,5
C	III	≤ 1	≤ 1,5	≤ 0,8	2
D	IV	≤ 1	≤ 1,5	≤ 0,8	2
E	V	≤ 1	≤ 1,25	≤ 0,8	3
F	VI	≤ 1	≤ 1,25	≤ 0,8	3

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

d. Kemiringan Melintang *Runway*

Kemiringan melintang landas pacu ini diperlukan untuk mengalirkan air yang berada di permukaan landas pacu agar tidak terjadi genangan air. Untuk itu diperlukan persyaratan kemiringan melintang pada landasan dapat dilihat pada tabel 3.4 dan tabel 3.5.

Tabel 3.4 Kemiringan melintang *runway*

Code Letter	Penggolongan pesawat	Preferred Slope	Minimum slope	Maximum Slope
A	I	2	1,5	2,5
B	II	2	1,5	2,5

Tabel 3.5 Kemiringan melintang *runway* (lanjutan)

Code Letter	Penggolongan pesawat	Preferred Slope	Minimum slope	Maximum Slope
C	III	1,5	1	2
D	IV	1,5	1	2
E	V	1,5	1	2
F	VI	1,5	1	2

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

e. Jarak Pandang

Jika perubahan kemiringan tidak dapat dihindarkan maka harus ada suatu arah garis tanpa halangan, dan terdapat dalam tabel 3.6.

Tabel 3.6 Jarak pandang minimum *runway*

Code Letter	Penggolongan pesawat	Jarak Pandang pada jarak minimum $\frac{1}{2}$ runway (m)
A	I	1,5
B	II	2
C	III	3
D	IV	3
E	V	3
F	VI	3

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

f. Turning Area

Area putaran terletak di beberapa titik pada *runway*. Lebar area ini harus bebas dari rintangan terutama roda pesawat yang digunakan di *runway* sampai dengan tepi dari titik area putaran. Minimum area putaran ini dapat dilihat pada tabel 3.7.

Tabel 3.7 *Turning Area*

Code Letter	Penggolongan pesawat	Jarak minimum antara roda dan tepi putaran (m)
A	I	1,5
B	II	2,25
C	III	4,5
D	IV	4,5
E	V	4,5
F	VI	4,5

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

g. Runway Shoulder

Bahu landasan harus dibuat secara simetris pada masing-masing sisi dari *runway* dan kemiringan melintang maksimum pada permukaan bahu landasan pacu 2,5%. Berikut tabel mengenai ketentuan tentang bahu *runway*.

Tabel 3.8 *Runway Shoulder*

Code Letter/ Penggolongan pesawat	Lebar Shoulder (m)	Kemiringan maksimum shoulder (%)
A/I	3	2,5
B/II	3	2,5
C/III	6	2,5
D/IV	7,5	2,5
E/V	10,5	2,5
F/VI	12	2,5

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

h. Blast Pad

Bantalan Hembusan (*Blast Pad*) merupakan suatu area yang direncanakan untuk mencegah terjadinya erosi permukaan yang berbatasan dengan ujung landasan pacu yang menerima jet blast secara berulang.

i. Stopway/Overrun

Berikut tabel mengenai ketentuan *Stopway/Overrun*

Tabel 3.9 *Stopway/Overrun*

Code Letter/ Penggolongan pesawat	Lebar Stopway (m)	Panjang Stopway (m)	Kemiringan Stopway (%)(m)
A/I	18	30	
B/II	23	30	
C/III	30	60	0,3 per 30
D/IV	30	60	0,3 per 30
E/V	45	60	0,3 per 30
F/VI	45	60	0,3 per 30

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

j. Runway End Safety Area (RESA)

suatu daerah simetris yang merupakan perpanjangan dari garis tengah landas pacu dan membatasi bagian ujung *runway strip* yang ditujukan untuk mengurangi resiko kerusakan. Area ini harus mampu menahan pesawat dalam kondisi darurat, seperti kebakaran, tumbukan dan mampu menahan pesawat yang keluar dari perkerasan struktural. Spesifikasi RESA dapat dilihat pada tabel 3.10.

k. Runway Strip

Runway strip adalah suatu bidang persegi panjang yang diratakan bersih tanpa benda benda yang mengganggu, diberi drainasi dan mencakup landas pacu, daerah henti dan dipergunakan untuk mendukung peralatan pemeliharaan serta dalam

keadaan darurat harus mampu mendukung pesawat bila keluar dari landas pacu. Persyaratan untuk *runway* strip dapat dilihat pada tabel 3.11.

Tabel 3.10 Dimensi RESA

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

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

4. Perhitungan Perencanaan *Taxiway* dan *Exit Taxiway*

Taxiway adalah bagian dari fasilitas sisi udara bandar yang dibangun untuk jalan keluar masuk pesawat dari landas pacu maupun sebagai sarana penghubung antara beberapa fasilitas seperti *aircraft parking position taxiline*, *apron taxiway*, dan *rapid exit taxiway*. Desain sistem *taxiway* ditentukan oleh volume lalu

Tabel 3.11 *Runway Strip*

No	Uraian	Code letter / Penggolongan pesawat					
		A / I	B / II	C / III	D / IV	E / V	F / VI
1.	Lebar minimum termasuk landasan(Ws)						
	o Landasan instrument (m)						
	> Pendekatan presisi	150	150	300	300	300	300
	> Pendekatan non-presisi	150	150	300	300	300	300
	o Landasan non-instrument (m)	60	80	150	150	150	150
2.	Permukaan Strip : Tidak boleh ada benda-benda, kecuali alat bantu visual untuk navigasi udara pada strip						
	o Landasan instrument (m)						
	> Pendekatan presisi						
	Kategori I	90	90	120	120	120	120
	Kategori II	-	-	120	120	120	120
	Kategori III	-	-	120	120	120	120
3.	Lebar minimum yang diratakan termasuk landasan (m)						
	o Landasan Instrument	80	80	150	150	150	150
	o Landasan non-instrument	60	60	150	150	150	150
4.	Slope kemiringan memanjang (%):						
	o Maksimum yang diratakan	2	2	1,75	1,75	1,75	1,75
	o Perubahan maksimum tiap 30 m pada strip diluar ambang landasan	2	2	2	2	2	2
5.	Slope kemiringan melintang (%) :						
	o Maksimum yang diratakan	< 3	< 3	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5
	o Perubahan maksimum pada 3m pertama dari tepi landasan, bahu landasan, dan stopway	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
	o Maksimum diluar bagian yang diratakan	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5

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

lintas udara, konfigurasi landasan pacu, dan lokasi gedung terminal dan fasilitas lainnya. Waktu tunda yang diakibatkan oleh pesawat landing terhadap pesawat yang lepas landas akan lebih singkat bila *taxiway* memungkinkan pesawat untuk berbelok dengan kecepatan tinggi. Selanjutnya akan dibahas mengenai hal-hal yang perlu diperhatikan dalam merencanakan *Taxiway* suatu bandara.

a. Dimensi *Taxiway*

Karena kecepatan pesawat pada *taxiway* lebih rendah daripada landasan pacu, kriteria yang mengatur lereng longitudinal, kurva vertikal, dan jarak penglihatan tidak ketat seperti untuk landasan pacu. Selain itu kecepatan rendah juga mengizinkan lebar *taxiway* lebih kecil daripada landasan pacu. Dimensi *taxiway* dapat dilihat pada tabel 3.12.

Tabel 3.12 Dimensi *Taxiway*

Code Letter	Penggolongan pesawat	Lebar Taxiway (m)	Jarak bebas minimum dari sisi terluar roda utama dengan tepi taxiway (m)
A	I	7,5	1,5
B	II	10,5	2,25
C	III	15 ^a	3 ^a
		18 ^b	4,5 ^b
D	IV	18 ^c	4,5
		23 ^d	
E	V	25	4,5
F	VI	30	4,5

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

Keterangan :

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

b. Taxiway Shoulder

Bagian yang lurus dari *taxiway* harus dilengkapi dengan bahu dengan luasan simetris pada setiap sisi dari *taxiway* jadi lebar dari keseluruhan *taxiway* dan bahu pada bagian lurus minimum. Apabila pada *taxiway* dengan penggolongan pesawat III, IV, V dan VI untuk jenis pesawat jet propelled, harus menggunakan lebar bahu. Lebar bahu *taxiway* pada masing-masing ukuran minimum dapat dilihat pada tabel 3.13.

Tabel 3.13 Lebar Minimum *Taxiway Shoulder*

Code Letter	Penggolongan pesawat	Lebar minimum Bahu Taxiway Pada Bagian Lurus (m)
A	I	25
B	II	25
C	III	25
D	IV	38
E	V	44
F	VI	60

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

c. *Taxiway Longitudinal Slope*

Kemiringan memanjang *taxiway* (longitudinal slope) merupakan kemiringan yang ditentukan dengan pembagian antara elevasi maksimum dan minimum sepanjang garis tengah *taxiway*, Maksimum kemiringannya diuraikan pada tabel 3.14.

Tabel 3.14 *Maximum Longitudinal Slope*

Code Letter	Penggolongan pesawat	Kemiringan Memanjang (%)	Perubahan Maksimum Kemiringan (%) / (m)	Jari-jari Peralihan Minimum
A	I	3	1/25	2500
B	II	3	1/25	2500
C	III	1,5	1/30	3000
D	IV	1,5	1/30	3000
E	V	1,5	1/30	3000
F	VI	1,5	1/30	3000

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

d. *Taxiway Transverse Slope*

Kemiringan melintang *taxiway* harus cukup memadai untuk mencegah penambahan air dan tidak kurang dari 1%, nilai maksimumnya dapat dilihat pada tabel 3.15.

Tabel 3.15 *Maximum Transverse Slope*

Code Letter	Penggolongan pesawat	Kemiringan Melintang (%)
A	I	2
B	II	2
C	III	1,5
D	IV	1,5
E	V	1,5
F	VI	1,5

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

e. Jarak Pandang

Jarak pandang dari titik dengan ketinggian (h) 1,5 m sampai 2 m diatas *taxiway* harus dapat melihat permukaan pesawat sampai jarak (d) minimum dari titik tersebut. Jarak pandang minimum dapat dilihat pada tabel 3.16.

Tabel 3.16 *Taxiway Minimum Sight Distance*

Code Letter	Penggolongan pesawat	Jarak pandang dari titik tengah (%)
A	I	1,5
Code Letter	Penggolongan pesawat	Jarak pandang dari titik tengah (%)
B	II	2
C	III	3
D	IV	3
E	V	3
F	VI	3

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

f. *Taxiway Minimum Separation Distance*

Pemisahan jarak antara garis tengah dari *taxiway* dan garis tengah dari *runway*, garis tengah sejajar *runway* memiliki dimensi minimum yang spesifik dalam tabel berikut, kecuali untuk operasi dengan jarak pemisahan yang rendah diijinkan dan jika pemisahan jarak lebih rendah cenderung tidak mempengaruhi keamanan

dalam operasi penerbangan. Jarak pemisah minimum dapat dilihat pada tabel 3.17.

Tabel 3.17 Jarak Antara Garis Tengah *Taxiway* dengan Garis Tengah *Runway*

Jarak Antara Garis Tengah <i>Taxiway</i> Dan Garis Tengah <i>Runway</i> (M)											
Code leter /Penggolongan Pesawat	Landasan Instrumen				Landasan Non Instrumen				Garis Tengah <i>Taxiway</i> pada Garis Tengah <i>Taxiway</i> (m)	Garis Tengah <i>Taxiway</i> pada Suatu Obyek Tetap (m)	Pesawat Udara yang berada di garis tengah <i>Taxiway</i> dengan obyek tetap (m)
	1	2	3	4	1	2	3	4			
A / I	82,5	82,5	-	-	37,5	47,5	-	-	23,75	16,25	12
B / II	87	87	-	-	42	52	-	-	33,5	21,5	16,5
C / III	-	-	168	-	-	-	93	-	44	26	24,5
D / IV	-	-	176	176	-	-	101	101	66,5	40,5	36
E / V	-	-	-	182,5	-	-	-	107,5	80	47,5	42,5
F / VI	-	-	-	190	-	-	-	115	97,5	57,5	50,5

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

g. *Taxiway Strips*

Jarak minimum bagian tengah dari garis tengah *taxiway* seperti dalam tabel 3.18:

Tabel 3.18 *Taxiway Strips*

Code Letter/ Penggolongan pesawat	Jarak Minimum Bagian Tengah Strip Garis Tengah <i>Taxiway</i> (Harus Graded Area) (m)	Maksimum Kemiringan Keatas Yang Diratakan (%)	Maksimum Kemiringan Kebawah Yang Diratakan (%)
A/I	11	3	5
B/II	12,5	3	5
C/III	12,5	2,5	5
D/IV	19	2,5	5
E/V	22	2,5	5
F/VI	30	2,5	5

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

Adapun jarak lurus minimum setelah belokan sehingga pesawat dapat berhenti penuh sebelum melalui persimpangan dengan pesawat lain dapat dilihat pada tabel 3.19:

Tabel 3.19 Jarak Lurus Minimum Setelah Belokan *Taxiway*

Code Letter	Penggolongan pesawat	Jarak Lurus Setelah Belokan (m)
A	I	35
B	II	35
C	III	75
D	IV	75
E	V	75
F	VI	75

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

h. Fillet Taxiway

Fillet Taxiway merupakan bagian tambahan dari perkerasan yang disediakan pada persimpangan *taxiway*, dapat dilihat pada gambar 3.1, untuk memfasilitasi beloknya pesawat agar tidak tergelincir keluar jalur perkerasan yang ada dapat dilihat pada tabel 3.20.

Tabel 3.20 Dimensi *Fillet Taxiway*

Code Letter/ Penggolongan pesawat	Putaran Taxiway (R) (m)	Panjang dari peralihan ke fillet (L)(m)	Jari-jari fillet untuk jugmental oversteering symetrical widdening(F)(m)	Jari-jari fillet untuk jugmental oversteering one widdening(F)(m)	Jari-Jari fillet untuk tracking centre line (F)(m)
A/I	22,5	15	18,75	18,75	18
B/II	22,5	15	17,75	17,75	16,5
C/III	30	45	20,4	18	16,5
D/IV	45	75	31,5 - 33	29 - 30	25
E/V	45	75	31,5 - 33	29 - 30	25
F/VI	45	75	31,5 - 33	29 - 30	25

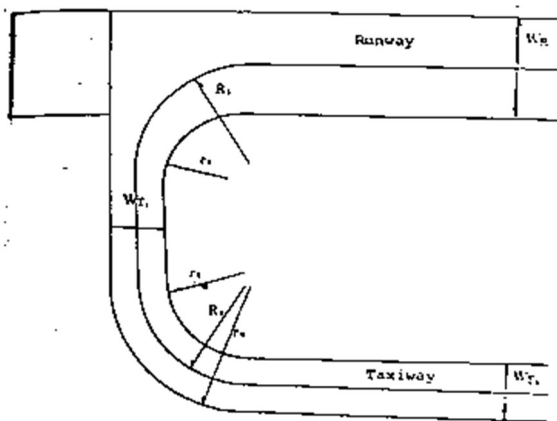
(Sumber : SKEP 77-VI-2005 Dirjen Perhubungan Udara, 2005)

Adapun dimensi dari jari-jari *fillet* yang dibutuhkan sesuai dengan golongan dari pesawat. Kebutuhan jari-jari *fillet* dapat dilihat pada tabel 3.21.

Tabel 3.21 Jari-jari *Fillet*

Code Letter/ Penggolongan pesawat	Lebar runway (W_r)(m)	Lebar paralel taxiway (W_{t1})(m)	Lebar dari dan keluar taxiway (W_{t2})(m)	R_1 (m)	R_2 (m)	r_0	r_1	r_2
A/I	18	15	30	30	30	39	25	25
B/II	23	18	26,5	30	30	41,5	25	30
C/III	30	23	26,5	41,5	41,5	53	25	35
D/IV	45	30	26,5	30	60	71,5	35	55
E/V	45	30	23	60	60	71,5	35	55
F/VI	60	45	18	60	60	75	45	50

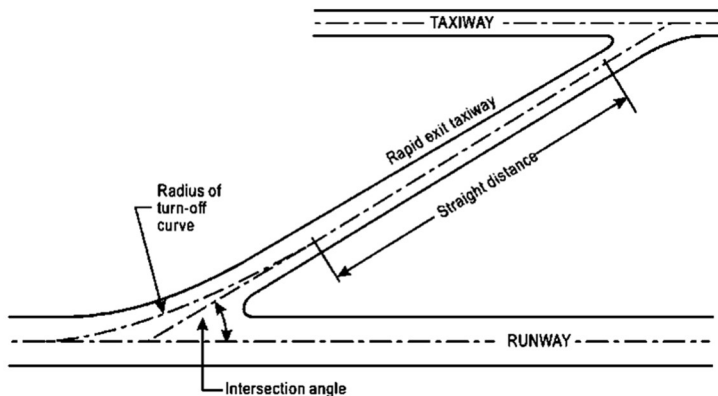
(Sumber : SKEP 77-VI-2005 Dirjen Perhubungan Udara, 2005)



Gambar 3.1 Jari-jari *Fillet*

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

Selanjutnya setelah kita merencanakan *Taxiway*, maka kita perlu merencanakan kebutuhan dari *Exit Taxiway*. *Exit taxiway* berfungsi untuk meminimalkan waktu penggunaan landasan oleh pesawat yang mendarat. *Exit taxiway* dapat ditempatkan menyudut siku-siku terhadap *runway* atau mulai dari 30°, 45°, 90°. ketika sudut *exit taxiway* sebesar 30°, biasanya disebut dengan istilah *rapid exit taxiway* dapat dilihat pada gambar 3.2, hal itu menunjukkan bahwa sudut tersebut memang didesain untuk kecepatan yang lebih tinggi dari *exit taxiway* lainnya.



Gambar 3.2 Rapid *Exit Taxiway*

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

Adapun beberapa hal yang harus diperhatikan dalam merencanakan *exit taxiway* yaitu:

a. Taxiway Curves

Perubahan arah dalam *taxiway* harus memenuhi radius minimum. Berikut ini tabel yang menunjukkan jari-jari minimum *taxiway* berdasarkan kecepatan pesawat dan penggolongan pesawat.

Tabel 3.22 Jari-jari minimum *taxiway*

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

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

b. Lokasi *Exit Taxiway*

Lokasi *exit taxiway* tergantung pada campuran pesawat yang beroperasi, kecepatan *approach* dan *touchdown*, titik *touchdown*, kecepatan keluar, laju perlambatan, yang tergantung pada kondisi permukaan perkerasan, yaitu kering atau basah, dan jumlah keluarnya. Kecepatan dan cara di mana kontrol lalu lintas udara dapat memproses kedatangan merupakan faktor yang sangat penting dalam membangun lokasi *exit taxiway*. Lokasi *exit taxiway* juga dipengaruhi oleh lokasi landasan pacu relatif terhadap daerah terminal. Perkiraan lokasi *exit taxiway* dapat dilihat pada tabel 3.21.

Sebagai pengganti komputasi jarak dari *threshold* menyentuh *touchdown*, jarak *touchdown* diasumsikan sebagai nilai tetap untuk kelas tertentu pesawat. Biasanya nilai-nilai ini berkisar antara 500-1500 ft dari *runway threshold*. Untuk jarak ini ditambahkan jarak melambat untuk kecepatan pada *exit taxiway*. Hubungan ini dapat didekati dengan persamaan berikut ini:

$$D = D_{td} + D_e \quad (3.7)$$

Keterangan :

D = Jarak dari *runway threshold* ke *exit*

D_{td} = Jarak dari *runway threshold* ke titik dimana pesawat menyentuh landasan

D_e = Jarak dari titik *touchdown* ke *exit taxiway*

$$D_e = \frac{v_{td}^2 - v_e^2}{2a} \quad (3.8)$$

v_{td} = Kecepatan *touchdown* pesawat

v_e = Kecepatan *exit* pesawat

a = Percepatan pesawat pada *runway*

Tabel 3.23 Perkiraan *Exit Taxiway* dari *Threshold* (ft)

Type of Aircraft	Touchdown Speed, kn	Exit Speed, ml/h	
		60	15
Small propeller			
GA single engine	60	2.400	1.800
GA twin engine	95	2.800	3.500
Large jet	130	4.800	5.600
Heavy jet	140	6.400	7.100

(Sumber : Horonjeff and Mckelvey, 1994)

Perkiraan lokasi ini memakai kondisi standar permukaan laut. Ketinggian dan temperatur dapat mempengaruhi lokasi *exit taxiway*. Peningkatan ketinggian 1000ft mengakibatkan penambahan jarak sebesar 3% dan untuk setiap kenaikan 10°F diatas suhu 59°F mengalami penambahan jarak sebesar 1,5%.

5. Perhitungan Jumlah *Apron Gate*

Dalam perencanaan jumlah *gate* ditentukan berdasarkan perkiraan arus kedatangan atau pun keberangkatan pesawat setiap jam dalam perencanaan awal. Hal ini berarti jumlah *gate* tergantung dari jumlah pesawat yang harus dilayani selama jam

pelayanan tiap hari dan total waktu yang diperlukan tiap pesawat selama berada di gate. Pada umumnya faktor pemakaian gate rata-rata di suatu bandar udara bervariasi antara 0,5 – 0,8 karena tidak mungkin suatu *gate* dipergunakan selama 100% waktu karena gerak manuver pesawat masuk/keluar gate akan menghalangi pesawat lainnya untuk masuk/keluar *apron* gate di sekitarnya. Jumlah gate position dapat dihitung dengan perumusan sebagai berikut:

$$G = \frac{V \times T}{U} \quad (3.9)$$

Keterangan :

G = Jumlah gate

V = Volume rencana untuk kedatangan atau keberangkatan (gerakan/jam)

T = Waktu pemakaian gate

U = Faktor Utilitas 0,5 -0,8

6. Perhitungan Dimensi Gate

Luas *apron* terdiri dari panjang dan lebar area ini. Dimana untuk menghitung panjang dan lebar *apron* dapat digunakan persamaan berikut ini:

$$\text{Panjang Apron} = G \times 2R + G \times C \quad (3.10)$$

$$\text{Lebar Apron} = L + C + W \quad (3.11)$$

Keterangan :

G = Jumlah *gate*

R = Radius putar pesawat

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

L = Panjang pesawat (ft)

W = Lebar *taxilane* (16 ft untuk pesawat kecil dan 29 ft untuk pesawat berbadan lebar) Jika R tidak tersedia, maka nilai R dapat dihitung dengan rumus:

$$R = \left(\frac{\text{wingspan}}{2} \right) + \left(\frac{\text{wheelbase}}{\tan 60} \right) \quad (3.12)$$

Untuk memudahkan perhitungan dimensi *apron*, berikut tabel dimensi *apron*:

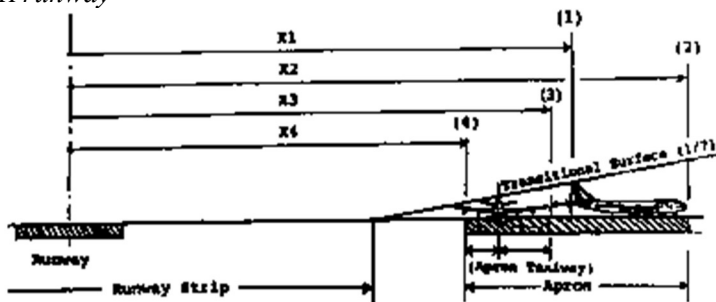
Tabel 3.24 Dimensi *Apron*

Uraian	Penggolongan pesawat					
	I	II	III	IV	V	VI
1. Dimensi untuk satu pesawat						
a. Slef taxiing (45° taxiing)						
o Panjang (m)	40	40	70	70-85	70-85	70-85
o Lebar (m)	25	25	55	55-80	55-80	55-80
b. Nose in						
o Panjang (m)	-	-	95	190	190	190
o Lebar (m)	-	-	45	70	70	70
c. Clearance antar pesawat dengan pesawat di Apron (m)	3	3	4,5	4,5	4,5	4,5
2. Slope/Kemiringan						
a. Ditempat Pesawat Parkir, Maksimum	$1 \leq$	$1 \leq$	$1 \leq$	$1 \leq$	$1 \leq$	$1 \leq$
b. Didaerah Pemuatan Bahan Bakar Pesawat	$+ 1/2$	$+ 1/2$	$+ 1/2$	$+ 1/2$	$+ 1/2$	$+ 1/2$

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

7. Perhitungan jarak *Apron*

Jarak *apron* minimal terhadap garis tengah *runway* harus diperhatikan agar *taxiing* pesawat dari *runway* ke *taxiway* menuju *apron* bisa berjalan lancar. Berikut gambar mengenai jarak *apron* dari *runway*



Gambar 3.3 Posisi *Apron* dan *Taxiway*

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

Posisi masing-masing di parkir pesawat dari garis tengah *runway* diatur sebagai berikut:

X1 = Posisi maksimum dari ekor pesawat sampai garis tengah *runway*

X2 = Posisi dari garis tengah *runway* sampai bangunan terminal

(X2 = X1 + panjang maksimum pesawat)

X3 = Posisi ujung sayap pesawat yang berada disisi bangunan terminal sampai garis tengah *runway*

(X3 = X1 jarak antar dua pesawat)

X4 = Posisi ujung dari parkir pesawat sampai dengan garis tengah *runway*

(X4 = X3 – Lebar maksimum pesawat / 2)

Untuk jarak antar pesawat pada apron dapat dilihat pada tabel 3.23

Tabel 3.25 Jarak Bebas Antar Pesawat di Apron

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

8. Marking *Runway*, *Taxiway*, dan *Apron*

Marking adalah tanda garis dan nomor yang terdapat pada landasan untuk mempermudah pilot dalam mengemudikan pesawat. Tanda-tanda tersebut untuk memberitahukan suatu larangan, gangguan dan batas-batas keselamatan penerbangan. Marking ini berfungsi pada siang hari, sedangkan pada malam hari

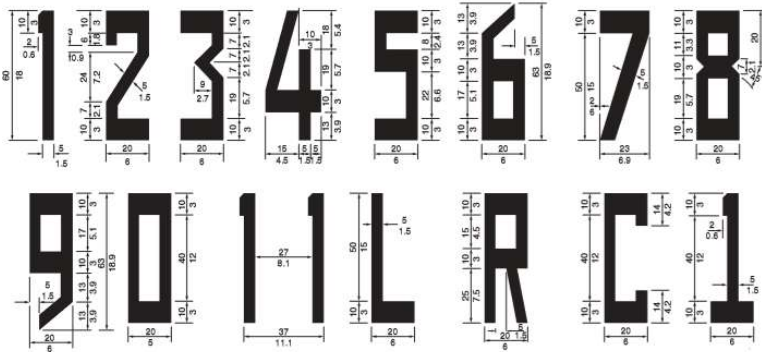
fungsi marking digantikan oleh sistem perlampuan. Perencanaan marking dibagi menjadi beberapa bagian yaitu untuk *runway*, *taxiway* dan *apron*. Berikut penjelasan mengenai marking.

a. Marking *Runway*

Beberapa tipe marking pada *runway* adalah sebagai berikut:

- Nomor Landasan (*Runway Designation Marking*)
Marka nomor landasan ini berlokasi di ujung landasan yang juga berfungsi sebagai nomor pengenal landasan itu. Nomor landasan terdiri dari dua angka, untuk landasan sejajar penomoran ini harus di lengkapi huruf L (*Left*), R (*Right*), dan C (*Center*). Dua angka tersebut didapatkan dari sudut azimuth magnetis yang dibagi dengan sepuluh terdekat. Misal landasan dengan azimuth magnetis 82 maka nomor landasan adalah 08. Nomor landasan ini ditempatkan berlawanan dengan azimuthnya, landasan Barat Timur, di ujung Timur ditempatkan nomor landasan 27, sedang di ujung Barat dipasang nomor 09. Dua landasan sejajar diberi nomor 09-27, dilengkapi huruf L (*Left*) atau R (*Right*). Tiga landasan sejajar yang ditengah ditambahkan huruf C (*Central*). Empat landasan sejajar disamping diberi tambahan huruf sepasang landasan sejajar digeser satu nomor. Misal pasangan 09-27 dengan 08-28 atau (1028) walaupun arahnya 09-27. Berikut gambar penjelasan tentang nomor landasan pada gambar 3.4.
- Marking Sumbu Landasan
Marking ini berada di sepanjang *runway* yang berawal dan berakhir pada nomor landasan, kecuali pada landasan yang bersilangan, landasan yang lebih dominan, sumbunya terus, yang kurang dominan sumbunya diputus. Merupakan garis putus-putus, panjang garis dan panjang pemutusan sama. Panjang *strip* bersama *gap* nya tidak boleh kurang dari 50 m., tidak boleh lebih dari 75 m. Panjang *strip* = panjang

gap atau 30 m mana yang terbesar, lebar *strip* antara 0,30 m sampai 0,90 tergantung kelas landasan.



Gambar 3.4 Ukuran-ukuran dan bentuk angka untuk marking
(Sumber : Basuki, 1986)

- **Marking Threshold**
 Marking ini terletak pada ujung landasan, berjarak 6m dari tepi ujung landasan membujur landasan, panjang kurang lebih 45 m, lebar 1,8 m. Celah antara kedua sisi *strip* antara 2,5 m – 3,6 m. Serta jarak tepi luar *strip* terhadap tepi dalam *runway side strip* marking min. 0,20 meter. Banyak *strips* tergantung lebar landasan. Berikut tabel jumlah *strip* pada *threshold* pada tabel 3.23.

Tabel 3.26 Jumlah Strip Tanda *Threshold*

Lebar Landasan	Banyaknya Strips	Banyaknya Celah	f(m)	
			e min	e max
18 m	4	2	1,85	1,35
23 m	6	4	0,75	0,25
30 m	8	6	0,5	
45 m	12	10	0,5	
60 m	16	14	0,8	0,3

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

- Marking Untuk Jarak –Jarak Tetap (*Fixed Distance Marking*)
Marking ini berberentuk persegi panjang, berwarna menyolok biasanya oranye. Ukuran panjang 45 m – 60 m, lebar 6 m – 10 m terletak simetris kanan kiri sumbu landasan, marking yang terujung berjarak 300 dari *threshold*.
- Marking *Touchdown Zone*
Marking ini dipasang pada landasan dengan *approach* posisi, tapi bisa juga dipasang pada landasan non-presisi atau landasan *non-instrument* yang lebar landasannya lebih dari 23 m. Terdiri dari pasangan-pasangan berbentuk persegi di kanan kiri sumbu landasan lebar 3m dan panjang 22,5 m untuk *strip-strip* tunggal, untuk *strip* ganda ukuran 22,5 x 1,8 dengan jarak 1,5 m. Marking *Touchdown Zone* dapat dilihat pada gambar 3.3. Jarak satu sama lain 150 m diawali dari *threshold*, banyaknya pasangan tergantung panjang landasan sesuai dengan tabel 3.24:

Tabel 3.27 *Touchdown Zone*

Panjang Landasan	Jumlah Pasangan	Jumlah Garis
<900	1	1
900 - 1200 m	2	2,1
1200 - 1500 m	3	2,1,1
1500 - 2100 m	4	2,2,1,1
>2100m	6	3,3,2,2,1,1

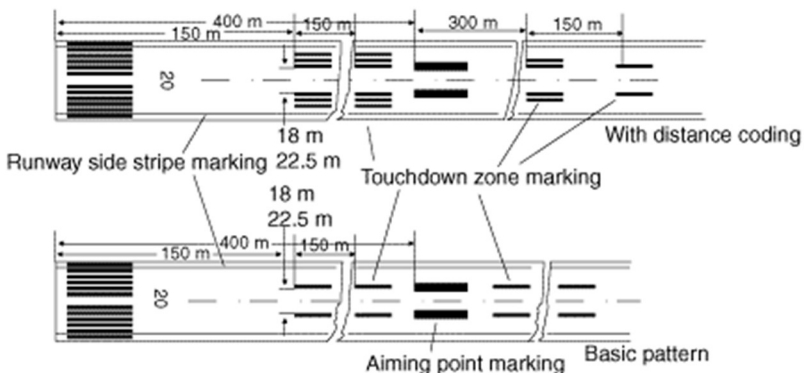
(Sumber : SKEP 77-VI-2005 Dirjen Perhubungan Udara, 2005)

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

Merupakan garis lurus di tepi landasan, memanjang sepanjang landasan dengan lebar *strip* 0,9 m, bagi landasan yang lebarnya lebih dari 30 m atau lebar strip 0,45 m bagi landasan kurang dari 30 m. Berfungsi sebagai landasan terutama apabila warna landasan hamper sama dengan warna shouldernya.

- *Runway End Markings*

Garis Ujung pada *runway*, dengan lebar garis 1,8 m dan panjang penuh pada lebar *runway* sesuai Gambar 3.5:



Gambar 3.5 Marking Touchdown Zone

(Sumber : Google.com , 2019)

b. Marking Taxiway

Beberapa tipe marking pada *taxiway* adalah sebagai berikut:

- Marking Sumbu *Taxiway*

Marking ini berbentuk garis kuning dengan ukuran lebar 30 cm berwarna kuning yang berfungsi sebagai pedoman dari sumbu landasan untuk menuntun pesawat keluar dan masuk ke *taxiway*.

- *Taxi-Holding Position Marking*
Marking ini berfungsi sebagai tanda bahwa *taxiway* akan berpotongan dengan landasan dan tanda pesawat untuk berhenti sebelum memperoleh izin masuk *runway* berupa 2 garis solid yang melintang di *taxiway* dan dua garis putus-putus berwarna kuning. Dua garis terputus-putus berada terdekat dengan *runway*.
- *Taxiway Edge Marking*
Marking ini berfungsi untuk menunjukkan batas pinggir *taxiway* berupa garis kuning yang terletak di sepanjang tepi *taxiway*
 - Untuk lebar *taxiway* 7,5 m sampai 18 m (tidak termasuk 18 m), digunakan *single yellow line* dengan lebar garis 0,15 m
 - Untuk lebar *taxiway* 18 m, digunakan *double yellow line* dengan lebar garis 0,15 m dan celah 0,15 m
- *Taxiway Shoulder Marking*
Marka ini dipasang apabila *shoulder taxiway* diperkeras. Tanda berupa garis-garis berwarna kuning ini berfungsi sebagai tanda yang menunjukkan tidak boleh dilalui pesawat udara. Letaknya disebelah luar *taxiway marking*
- *Exit Guide Line Marking*
Marka ini terletak di persimpangan *taxiway* dengan *runway* berupa garis berwarna kuning yang terletak di *runway* dan menghubungkan dengan *taxiway centre line*. Fungsi dari marka ini untuk menuntuk pesawat udara keluar masuk yang sedang *taxi* menuju *runway* atau sebaliknya

c. **Marking Apron**

- *Apron Boundari/ Security Line Marking*
Marka ini berupa garis merah yang berada di *apron* dengan lebar 0,2 m yang berfungsi untuk menunjukkan batas yang jelas antara *apron*, *taxiway*, *aircraft stand taxiline* atau daerah *parking stand* dan terletak di belakang ekor pesawat udara.

- *Apron Edge Line Marking*

Marking ini berupa garis berwarna kuning di sepanjang *apron* yang berfungsi untuk menunjukkan batas tepi *apron*. Ukuran dari lebar marking ini adalah 0,15 m.

- *Parking Stand Centerline Marking*

Marking ini berupa garis berwarna kuning di *apron* dengan lebar 0,15 m yang berfungsi sebagai pedoman yang digunakan oleh pesawat udara melalui *taxi* kedalam atau keluar *apron*.

9. Evaluasi Lokasi Bandara Berdasarkan KKOP

Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan merupakan wilayah daratan dan/atau perairan dan ruang udara di sekitar bandar udara yang dipergunakan untuk kegiatan operasi penerbangan dalam rangka menjamin keselamatan penerbangan. Kawasan ini perlu diperhatikan untuk menjaga keselamatan operasional pesawat udara di sekitar bandar udara, hal yang paling umum dan sangat berkaitan dengan kawasan ini adalah mengenai kondisi ketinggian bangunan atau halangan lainnya seperti gunung, bukit, pepohonan di sekitar wilayah operasi penerbangan atau bandar udara. Kawasan ini juga menjadi faktor pendukung utama dalam pembuatan suatu wilayah pendaratan dan lepas landas pesawat udara. KKOP dibagi menjadi beberapa kawasan. Berikut pembagian Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan:

- a. Kawasan Pendekatan dan Lepas Landas

Kawasan Pendekatan dan Lepas Landas merupakan suatu kawasan perpanjangan kedua ujung landas pacu, di bawah lintasan pesawat udara setelah lepas landas atau akan mendarat, yang dibatasi oleh ukuran panjang dan lebar tertentu. Kawasan ini dibatasi oleh tepi dalam yang berhimpit dengan ujung-ujung permukaan utama berjarak 60 meter dari ujung landas pacu dengan lebar tertentu (sesuai klasifikasi landas pacu) pada bagian dalam, kawasan ini melebar ke arah luar secara teratur dengan sudut pelebaran 10% atau 15% (sesuai klasifikasi landas pacu) serta garis tengah bidangnya merupakan perpanjangan dari garis tengah

landas pacu dengan jarak mendarat tertentu dan akhir kawasan dengan lebar tertentu.

- b. **Kawasan Kemungkinan Bahaya Kecelakaan**
Kawasan kemungkinan bahaya kecelakaan merupakan sebagian dari kawasan pendekatan yang berbatasan langsung dengan ujung-ujung landas pacu dan mempunyai ukuran tertentu, yang dapat menimbulkan kemungkinan terjadinya kecelakaan. Kawasan kemungkinan bahaya kecelakaan dibatasi oleh tepi dalam yang berhimpit dengan ujung – ujung permukaan utama dengan lebar 60 meter atau 80 meter atau 150 meter atau 300 meter (sesuai klasifikasi landas pacu), kawasan ini meluas keluar secara teratur dengan garis tengahnya merupakan perpanjangan dari garis tengah landas pacu sampai lebar 660 meter atau 680 meter atau 750 meter atau 1150 meter atau 1200 meter (sesuai klasifikasi landas pacu) dan jarak mendarat 3.000 meter dari ujung permukaan utama
- c. **Kawasan di Bawah Permukaan Horizontal Dalam**
Kawasan ini merupakan bidang datar di atas dan di sekitar bandar udara yang dibatasi oleh radius dan ketinggian dengan ukuran tertentu untuk kepentingan pesawat udara melakukan terbang rendah pada waktu akan mendarat atau setelah lepas landas. Kawasan ini dibatasi oleh lingkaran dengan radius 2000 meter atau 2500 meter atau 3500 meter atau 4000 meter (sesuai klasifikasi landas pacu) dari titik tengah tiap ujung permukaan utama dan menarik garis singgung pada kedua lingkaran yang berdekatan tetapi kawasan ini tidak termasuk kawasan di bawah permukaan transisi.
- d. **Kawasan di Bawah Permukaan Horizontal Luar**
Kawasan ini merupakan bidang datar di sekitar bandar udara yang dibatasi oleh radius dan ketinggian dengan ukuran tertentu untuk kepentingan keselamatan dan efisiensi operasi penerbangan antara lain pada waktu

pesawat melakukan pendekatan untuk mendarat dan gerakan setelah tinggal landas atau gerakan dalam hal mengalami kegagalan dalam pendaratan. Kawasan ini dibatasi oleh lingkaran dengan radius 15.000 meter dari titik tengah tiap ujung permukaan utama dan menarik garis singgung pada kedua lingkaran yang berdekatan tetapi kawasan ini tidak termasuk kawasan di bawah permukaan transisi, kawasan di bawah permukaan horizontal dalam, kawasan di bawah permukaan kerucut

e. Kawasan di Bawah Permukaan Kerucut

Kawasan ini merupakan bidang dari suatu kerucut yang bagian bawahnya dibatasi oleh garis perpotongan dengan horizontal dalam dan bagian atasnya dibatasi oleh garis perpotongan dengan permukaan horizontal luar, masing-masing dengan radius dan ketinggian tertentu dihitung dari titik referensi yang ditentukan. Kawasan ini dibatasi dari tepi luar kawasan di bawah permukaan horizontal dalam meluas dengan jarak mendatar 700 meter atau 1100 meter atau 1200 atau 1500 meter atau 2000 meter (sesuai klasifikasi landas pacu) dengan kemiringan 5% (sesuai klasifikasi landas pacu).

f. Kawasan di Bawah Permukaan Transisi

Kawasan ini merupakan bidang dengan kemiringan tertentu sejajar dengan dan berjarak tertentu dari sumbu landas pacu, pada bagian bawah dibatasi oleh titik perpotongan dengan garis – garis datar yang ditarik tegak lurus pada sumbu landas pacu dan pada bagian atas dibatasi oleh garis perpotongan dengan permukaan horizontal dalam. Kawasan ini dibatasi oleh tepi dalam yang berhimpit dengan sisi panjang permukaan utama dan sisi permukaan pendekatan, kawasan ini meluas keluar sampai jarak mendatar 225 meter atau 315 meter (sesuai klasifikasi landas pacu)

dengan kemiringan 14,3% atau 20% (sesuai klasifikasi landas pacu).

Berikut merupakan standar yang dikeluarkan pemerintah untuk halangan yang berada disekitar bandara dapat dilihat pada tabel 3.25.

Tabel 3.28 Obstruction Restriction

Surface And Dimention	RUNWAY CLASSIFICATION									
	Non-instrument				Non-precision approach			Precision approach category I-II		
	code number				code number			code number		
	1	2	3	4	1,2	3	4	1,2	3,4	3,4
CONICAL										
Slope (%)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Height (m)	35	55	75	100	60	75	100	60	100	100
INNER HORIZONTAL										
Height (m)	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Radius (m)	2000	2500	4000	4000	3500	4000	4000	3500	4000	4000
INNER APPROACH										
Width (m)	-	-	-	-	-	-	-	90	120	120
Distance from threshold (m)	-	-	-	-	-	-	-	60	60	60
Length (m)	-	-	-	-	-	-	-	900	900	900
Slope (%)	-	-	-	-	-	-	-	2,5	2	2
APPROACH										
Length of inner edge (m)	60	80	150	150	150	300	300	150	300	300
Distance from threshold (m)	30	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Divergence (each side) (%)	10	10	10	10	15	15	15	15	15	15
First section										
Length (m)	1600	2500	3000	3000	2500	3000	3000	3000	3000	3000
Slope (%)	5	4	3,33	2,5	3,33	2	2	2,5	2	2
Second section										
Length (m)	-	-	-	-	-	3600	3600	12000	3600	3600
Slope (%)	-	-	-	-	-	2,5	2,5	3	2,5	2,5
Horizontal section										
Length (m)	-	-	-	-	-	8400	8400	-	8400	8400
Total length (m)	-	-	-	-	-	15000	15000	15000	15000	15000
TRANSITIONAL										
Slope (%)	20	20	14,3	14,3	20	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3
INNER TRANSITIONAL										
Slope (%)	-	-	-	-	-	-	-	40	33,3	33,3
BALKED LANDING SURFACE										
Length of inner edge (m)	-	-	-	-	-	-	-	90	120	120
Distance from threshold (m)	-	-	-	-	-	-	-	-	1800	1800
Divergence (each side) (%)	-	-	-	-	-	-	-	10	10	10
Slope (%)	-	-	-	-	-	-	-	4	3,33	3,33

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

10. Perhitungan Kebutuhan Struktur Perkerasan

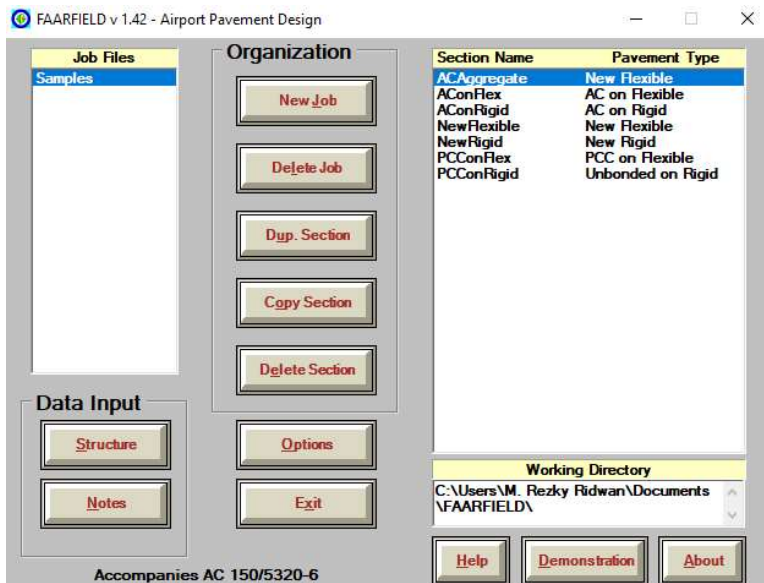
Dalam penelitian ini, perencanaan kebutuhan struktur perkerasan menggunakan program bantu yaitu FAARFIELD (Federal Aviation Administration Rigid and Flexible Iterative Elastic Layered Design) yang dikeluarkan oleh FAA. FAARFIELD merupakan suatu program komputer untuk

mendesain tebal perkerasan lentur maupun kaku pada landasan pacu bandar udara dapat dilihat pada gambar 3.6. FAARFIELD juga dapat mendesain tebal overlay perkerasan lentur atau kaku. Prosedur perhitungan dan desain ketebalan dalam program ini berdasarkan metode FAA-AC No: 150/5320-6F. Adapun beberapa prinsip dasar perhitungan FAARFIELD yang didasarkan pada AC No: 150/5320-6F.

- Masukkan semua pesawat pengguna landasan dan tidak melakukan ekivalen pesawat ke pesawat rencana.
- Jarak roda pendaratan utama setiap pesawat dari garis tengah landasan mempengaruhi kumulatif (Cumulative Damage Factor).
- Konsep pesawat rencana tidak dipakai dalam FAARFIELD

Adapun tahapan-tahapan dalam penggunaan program bantu FAARFIELD sebagai berikut:

- a. Input data software FAARFIELD
 - input subgrade support condition
 - Material Properties dari setiap lapisan, meliputi:
 - Modulus
 - Ketebalan lapisan
 - Poisson ratio (sudah ditetapkan oleh FAARFIELD)
 - Lalu lintas
 - Umur rencana
Perencanaan standar FAA untuk perkerasan berdasar pada umur rencana 20 tahun
- b. Input jenis pesawat.
- c. Menentukan jumlah keberangkatan tahunan dan tingkat pertumbuhan.
- d. Setelah memasukkan data yang diperlukan, maka FAARFIELD akan mengeluarkan hasil tebal perkerasan yang dibutuhkan.



Gambar 3.6 FAARFIELD v 1.42
(Sumber : Federal Aviation Administration)

3.2.3 Tahap 3: Hasil Studi

Dalam tahap ini dirumuskan bagaimana kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan. Kesimpulan akan membahas bagaimana peramalan pertumbuhan lalu lintas udara 10 tahun mendatang, perencanaan pengembangan sisi udara, evaluasi lokasi bandara berdasarkan KKOP setelah dilakukannya pengembangan, dan perencanaan struktur perkerasan bandara. Pada tahap ini juga dijelaskan bagaimana saran untuk penelitian selanjutnya.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Prakiraan (*Forecasting*)

Untuk mendapatkan data pergerakan pesawat pada tahun 2029 dilakukanlah prakiraan (*forecasting*). Metode yang digunakan yaitu *time series analysis* dengan metode dekomposisi.

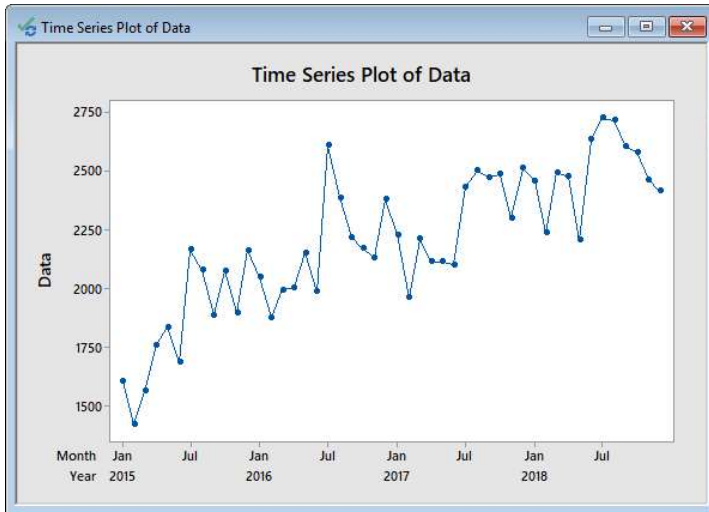
4.1.1 Prakiraan Pesawat ditahun 2029

Prakiraan pergerakan pesawat di Bandara Internasional Minangkabau diperhitungkan menggunakan data historis dari tahun 2015 hingga tahun 2018. Berikut data pergerakan pesawat yang didapat dari PT. Angkasa Pura II.

Tabel 4.1 Data Historis Pergerakan Pesawat Tahun 2015 – 2018

Tahun		2015		2016		2017		2018	
		ARR	DEP	ARR	DEP	ARR	DEP	ARR	DEP
Bulan	Januari	808	799	1024	1023	1116	1112	1228	1229
	Februari	717	707	938	938	982	979	1118	1117
	Maret	785	778	998	996	1106	1103	1246	1246
	April	875	884	1001	1002	1058	1056	1236	1238
	Mei	919	918	1076	1076	1057	1057	1103	1101
	Juni	844	841	993	993	1048	1052	1315	1317
	Juli	1082	1083	1304	1304	1215	1216	1363	1361
	Agustus	1039	1039	1194	1193	1251	1249	1356	1357
	September	943	944	1109	1108	1236	1236	1302	1301
	Oktober	1039	1036	1084	1085	1243	1241	1290	1290
	November	950	948	1064	1068	1148	1150	1232	1231
	Desember	1081	1082	1189	1189	1256	1254	1208	1206
Total		11082	11059	12974	12975	13716	13705	14997	14994

(Sumber : PT. Angkasa Pura II, 2019)



Gambar 4.1 Grafik data historis pergerakan pesawat tahun 2015-2018

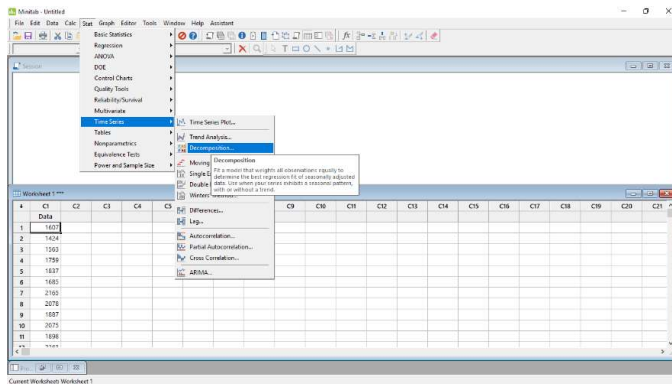
Dari data historis diatas kemudian dilakukan peramalan dengan dekomposisi. Adapun tahap-tahap dalam melakukan *forecasting* menggunakan metode dekomposisi menggunakan program bantu minitab sebagai berikut:

1. Setelah membuka minitab, masukkan data historis pada kolom yang tersedia. Data pada gambar 4.2 merupakan data pergerakan pesawat setiap bulan selama 4 tahun terhitung dari bulan Januari 2015 hingga Desember 2018.
2. Setelah memasukkan data, pilih menu “stat” > “time series” > “decomposition”. Seperti pada gambar 4.3
3. Setelah masuk dalam menu *decomposition* maka selanjutnya memasukkan data pergerakan pesawat pada kolom “variable”. Lalu untuk panjang musimannya kita mengisi pada kolom “seasonal length”. Selanjutnya kita akan mengisi model dari dekomposisi, kita akan memilih metode dengan *error* yang lebih kecil antara model multiplikatif atau model aditif. Tahap selanjutnya kita

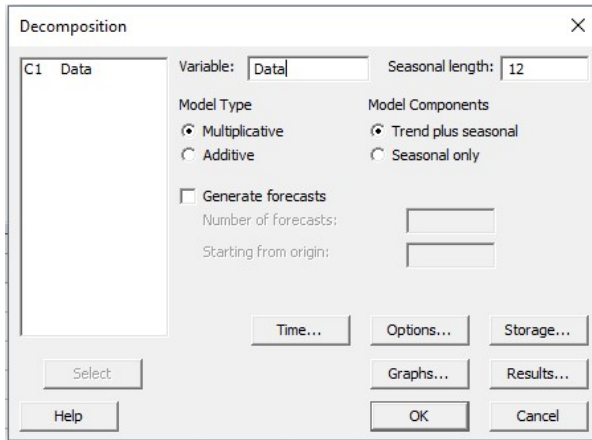
akan mengisi kolom “*Model Components*” pada kolom ini kita akan memilih trend plus seasonal dikarenakan kita ingin mengetahui faktor dari pengaruh *trend* dan musiman. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.4

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21
1	1607																				
2	1624																				
3	1563																				
4	1759																				
5	1837																				
6	1683																				
7	2165																				
8	2079																				
9	1887																				
10	2075																				
11	1898																				
12	2163																				
13	2047																				
14	1876																				
15	1994																				
16	2003																				
17	2152																				
18	1986																				
19	2008																				
20	2387																				
21	2217																				
22	2189																				
23	2132																				
24	2378																				
25	2208																				
26	1981																				

Gambar 4.2 Tampilan *input* data dalam minitab



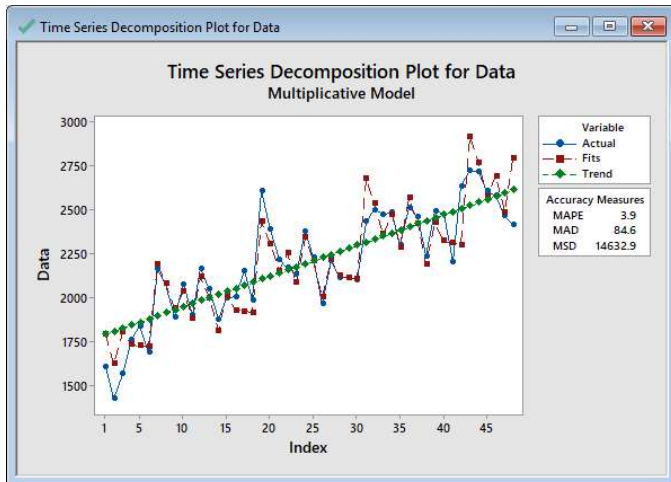
Gambar 4.3 Tampilan menu *forecasting* pada minitab



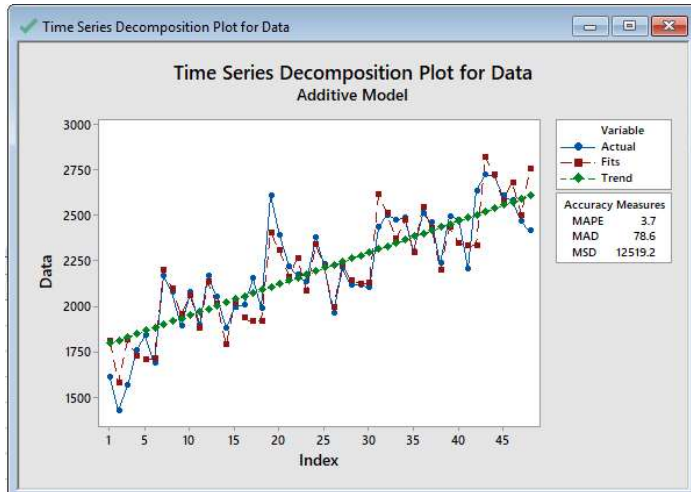
Gambar 4.4 Tampilan menu *decomposition* minitab

4. Setelah kita mencoba model multiplikatif dan aditif maka kita akan memilih salah satu dari model tersebut untuk digunakan. Hal ini dapat dilihat dari *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dari kedua metode tersebut. Berikut nilai dari MAPE dari model multiplikatif pada gambar dan model aditif pada gambar 4.5 dan 4.6. Dari gambar 4.5 dan 4.6 dapat dilihat nilai MAPE dari model aditif lebih kecil daripada multiplikatif sehingga metode yang digunakan untuk peramalan adalah metode dekomposisi aditif.
5. Dari metode aditif dapat ditentukan hasil peramalannya dengan memberi tanda centang pada kolom “*generate forecast*”. Jumlah yang akan diramal dimasukkan nilai 132 bulan dikarenakan kita akan melakukan peramalan pada tahun 2029.

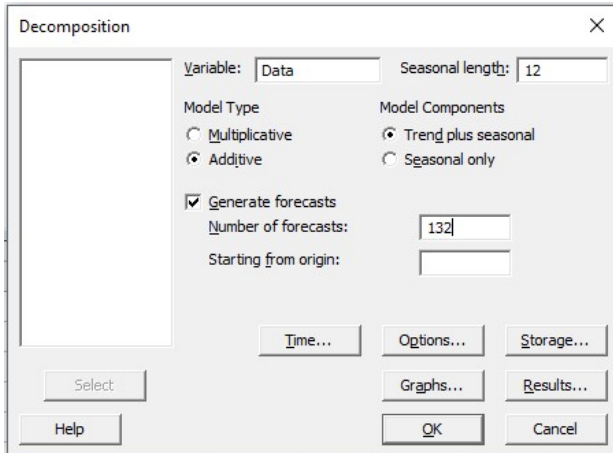
Lalu setelah didapatkan prakiraan pergerakan pesawat pada bulan Januari hingga Desember 2029 dijumlahkan hingga menjadi prakiraan pergerakan pesawat pada tahun 2029. Berikut merupakan hasil forecasting pada 10 tahun mendatang dapat dilihat pada tabel 4.2



Gambar 4.5 Tampilan model *multiplicative decomposition*



Gambar 4.6 Tampilan model *additive decomposition*

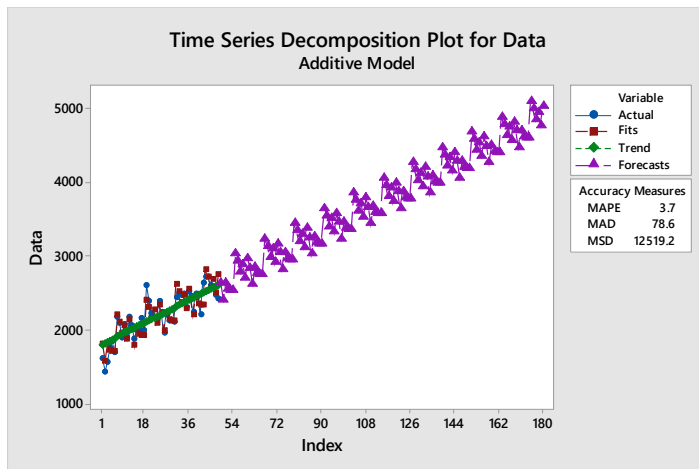


Gambar 4.7 Tampilan menu *forecasting decomposition*

Tabel 4.2 Prakiraan Pergerakan Pesawat 10 Tahun mendatang

Tahun 2029			
Januari	4704	Juli	5097
Februari	4478	Agustus	4997
Maret	4712	September	4853
April	4626	Oktober	4957
Mei	4607	November	4778
Juni	4611	Desember	5030
Total	57451		

Grafik pada gambar 4.8 dimulai pada bulan Januari tahun 2015 hingga berakhir pada bulan Desember 2029. Berdasarkan hasil prakiraan pergerakan pesawat pada tahun 2029 didapatkan jumlah pergerakan pesawat tahunan sebesar 57.451.



Gambar 4.8 Grafik Prakiraan Pertumbuhan Pergerakan Pesawat Hingga 10 Tahun Mendatang

4.1.2 Prakiraan Pergerakan Pesawat Pada Jam Sibuk

Pada Tugas Akhir ini, prakiraan pergerakan pada *peak hour* dilakukan dengan mengalikan persentase jam sibuk dengan pergerakan harian pada tahun 2018 dengan pergerakan harian pada tahun 2029. Data pergerakan pesawat menggunakan data pergerakan pesawat dari tanggal 19 April 2019 – 25 April 2019. Data didapat dari web www.flightradar24.com yang dapat dilihat pada lampiran. Berikut jumlah pergerakan pesawat harian selama seminggu di Bandara Internasional Minangkabau.

Tabel 4.3 Jumlah Pergerakan Pesawat

Tanggal	Keberangkatan	Kedatangan	Total
19-Apr-19	40	39	79
20-Apr-19	37	35	72
21-Apr-19	36	35	71
22-Apr-19	36	34	70
23-Apr-19	37	35	72

Tabel 4.4 Jumlah Pergerakan Pesawat (lanjutan)

Tanggal	Keberangkatan	Kedatangan	Total
24-Apr-19	40	37	77
25-Apr-19	42	38	80

Berdasarkan data pergerakan mingguan diatas didapat bahwa tanggal 25 April 2019 memiliki jumlah pergerakan paling banyak. Perhitungan *peak hour* dilakukan pada tanggal tersebut dengan mencari nilai maksimum jumlah pergerakan pesawat pada satu jam. Berikut adalah pergerakan pesawat yang didapatkan pada tanggal 25 April 2019.

Berdasarkan tabel 4.5 dan 4.6 didapatkan jam puncak terjadi pada pukul 16:00 – 17:00 dengan total pergerakan pesawat sebesar 8 dan presentase terhadap pergerakan harian sebesar 10%. Selanjutnya hasil dari persentase pergerakan jam puncak tersebut dikalikan dengan *peak day* tahun rencana sebesar 165 pergerakan perharinya. *Peak day* tersebut didapatkan dengan mengalikan *peak day ratio* dengan *peak month movement* pada tahun rencana sebesar 5618 sehingga didapatkan pergerakan hariannya sebesar 165 pergerakan. Setelah *Peak Hour ratio* dikalikan dengan jumlah *Peak Day Movement* didapatkan jumlah pergerakan *peak hour* sebesar 17 pergerakan/jam.

Tabel 4.5 Pergerakan Pesawat Perjam Pada 25 April 2019

Pukul	Keberangkatan	Kedatangan	Total	Presentase terhadap pergerakan harian
05:00-06:00	-	-	0	0.00%
06:00-07:00	3	-	3	3.75%
07:00-08:00	1	1	2	2.50%
08:00-09:00	4	2	6	7.50%
09:00-10:00	2	2	4	5.00%

Tabel 4.6 Pergerakan Pesawat Perjam Pada 25 April 2019
(lanjutan)

Pukul	Keberangkatan	Kedatangan	Total	Presentase terhadap pergerakan harian
10:00-11:00	1	2	3	3.75%
11:00-12:00	5	2	7	8.75%
12:00-13:00	1	2	3	3.75%
13:00-14:00	2	3	3	6.25%
14:00-15:00	4	4	8	10.00%
15:00-16:00	3	5	8	10.00%
16:00-17:00	6	2	8	10.00%
17:00-18:00	3	5	8	10.00%
18:00-19:00	2	3	5	6.25%
19:00-20:00	4	1	5	6.25%
20:00-21:00	1	1	2	2.50%
21:00-22:00	-	2	2	2.50%
22:00-23:00	-	1	1	1.25%
Jumlah	42	38	80	

4.2 Perhitungan kesesuaian PCN Bandara Internasional Minangkabau dengan ACN Boeing 777-300ER

Sesuai dengan FAA Advisory Circular AC 150/5335, nilai PCN *runway/taxiway/apron* memiliki format baku yang terdiri dari 6 (enam) karakter yang mana dua karakter pertama adalah nilai angka dan empat karakter sisanya adalah nilai huruf. Sebagai contoh *Taxiway* Bandara Internasional Minangkabau memiliki PCN 83 F/C/X/T maksud dari masing-masing karakter tersebut adalah

F = *Flexible*, perkerasan lentur

C = *Subgrade low*, nilai CBR tanah dasar 4%-8%

X = Tekanan roda medium (146-217 Psi)

T = *Technical evaluation*

Selanjutnya nilai angka di ACN kita bandingkan dengan nilai angka di PCN *Apron* tersebut, apakah lebih besar atau lebih kecil. Setelah itu kode huruf karakter kedua yaitu nilai *subgrade* pada ACN kita bandingkan yang sesuai yaitu dengan nilai 'C' dari PCN apron tersebut, apakah lebih besar atau lebih kecil.

Diambil contoh PCN *taxiway* = 83 F/C/X/T akan dibandingkan dengan ACN pesawat Boeing 777-300ER, maka analisisnya adalah sebagai berikut:

- a. Jenis perkerasan = *Flexible*
- b. Nilai ACN yang dikeluarkan oleh ICAO dengan *subgrade* 'C' adalah 89

ACN pesawat tersebut melebihi dari PCN *taxiway*, akan tetapi pesawat masih boleh beroperasi dikarenakan nilai ACN Boeing 777-300ER tidak melebihi dari 10% dari nilai PCN perkerasan lentur Bandara Internasional Minangkabau. Hal ini sesuai dengan batasan dari FAA Advisory Circular AC 150-5335-5C, sedangkan untuk perkerasan kaku tidak melebihi 5% dari nilai PCN yang sudah ada. Apabila ACN pesawat melebihi batasan tersebut, maka selanjutnya dihitung frekuensi pesawat tidak boleh melebihi dari 5% total pergerakan pesawat pertahunnya. Berikut tabel untuk perhitungan kesesuaian PCN *Apron*, *Taxiway* dan *Runway* Bandara Internasional Minangkabau dengan ACN pesawat Boeing 777-300ER.

Tabel 4.7 Tabel rekapitulasi kesesuaian ACN-PCN

Jenis	PCN	ACN		Jumlah Pergerakan Per tahun	Keterangan
		Max	Min		
Apron	67 R/C/X/T	109	39	10	Diperbolehkan, frekuensi pergerakan pesawat tidak melebihi 5% dari total pergerakan pesawat tahunan

Tabel 4.8 Tabel rekapitulasi kesesuaian ACN-PCN (lanjutan)

Jenis	PCN	ACN		Jumlah Pergerakan Pertahun	Keterangan
		Max	Min		
Taxiway	83 F/C/X/T	89	33	10	Diperbolehkan, nilai ACN pesawat tidak melebihi dari 10% nilai PCN
Runway	83 F/C/X/T	89	33	10	Diperbolehkan, nilai ACN pesawat tidak melebihi dari 10% nilai PCN

4.3 Perencanaan *Runway*

Perencanaan *runway* ini untuk melayani pesawat Boeing 777-300ER pada Bandara Internasional Minangkabau. Berikut adalah spesifikasi teknis dari Boeing 777-300ER:

- ARFL : 3048 m
- *Wingspan* : 64,8 m
- *Overall Length* : 73,86 m
- *Maximum Take Off Weight* : 775.000 lb
(351.500 kg)

a. Panjang *Runway*

Berdasarkan kode pengklasifikasian panjang landasan sesuai ketentuan yang telah ditetapkan oleh ICAO, pesawat Boeing 777-300ER termasuk dalam kode 4E. Untuk menentukan panjang *runway* yang terkoreksi maka perlu dilakukan perhitungan koreksi ARFL pesawat terhadap elevasi, temperatur, dan kemiringan landasan. Data-data kondisi lapangan sebagai berikut:

- Elevasi di atas muka air laut : 5,5 m
- Temperatur : 26,8° C
- Kemiringan landasan : 0,3%

Koreksi terhadap elevasi, Fe

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

$$Fe = 1 + 0,07 h/300$$

$$Fe = 1 + 0,07 (5/300)$$

$$Fe = 1,00163$$

Koreksi terhadap temperature, Ft

Faktor koreksi *temperature* (Ft) untuk memperhitungkan panjang *runway* terhadap *temperature* sebesar 1% untuk setiap kenaikan 1°C. Sedangkan untuk setiap kenaikan 1.000 m dari permukaan air laut rata-rata *temperature* berkurang sebesar 6,5°C. Berikut rumus Ft:

$$Ft = 1 + 0.01 (T - (15 - 0,0065 h))$$

$$Ft = 1 + 0,01 (26,8 - (15 - 0,0065 \times 5,5))$$

$$Ft = 1,1183575$$

Koreksi terhadap kemiringan landasan, Fs

Faktor koreksi kemiringan landasan (fs) untuk memperhitungkan panjang *runway* terhadap kemiringan landasan sebesar 10% setiap kenaikan 1% kemiringan. Berikut rumus Fs:

$$Fs = 1 + 0,1S$$

$$Fs = 1 + 0,1 \times 0,3$$

$$Fs = 1,03$$

Dari perhitungan koreksi diatas maka panjang landasan terkoreksi adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Panjang Landasan} &= \text{ARFL} \times Fe \times Ft \times Fs \\ &= 3048 \times 1,00163 \times 1,1183575 \times 1,03 \\ &= 3.516,73923 \text{ m} \\ &= 3.550 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi dalam pengembangan panjang runway dibutuhkan tambahan panjang sebesar 800 m.

b. Lebar *Runway*

Sesuai dengan tabel pada ICAO pada tabel 3.2 dalam menentukan lebar *runway*, berdasarkan *aircraft design group*. Maka didapat lebar *runway* untuk pesawat Boeing 777-300ER adalah 45 m. Berdasarkan kondisi lapangan sekarang tidak diperlukannya penambahan lebar pada *runway*.

c. Kemiringan Memanjang *Runway*

Persyaratan kemiringan memanjang *runway* kode landasan E dalam tabel 3.3 adalah sebagai berikut:

- Untuk kemiringan memanjang efektif adalah 1%
 - Untuk kemiringan memanjang maksimum adalah 1,25%
 - Untuk perubahan kemiringan memanjang berurutan maksimum 1,5%
 - Untuk perubahan jari-jari peralihan per 30 m adalah 0,1%
- Dikarenakan adanya penambahan panjang *runway*, maka nantinya kemiringan memanjang *runway* harus diperhatikan agar memenuhi standar yang telah ditentukan.

d. Kemiringan Melintang *Runway*

Kemiringan melintang *runway* diperlukan untuk mengalirkan air yang berada di permukaan *runway*. Dengan standar ICAO dan berdasarkan peraturan yang berlaku dalam tabel 3.4 didapat kemiringan melintang sebesar 1,5%. Untuk kemiringan melintang minimum sebesar 1% dan kemiringan melintang maksimum sebesar 2%. Jadi tidak diperlukan koreksi pada kemiringan melintang *runway* karena sudah memenuhi standar yang ditetapkan.

f. *Turning Area*

Area putaran terletak di beberapa titik pada *runway*. Lebar area ini harus bebas dari rintangan terutama roda pesawat yang digunakan di *runway* sampai dengan tepi dari titik area putaran. Untuk jenis pesawat Boeing 777-300ER radius minimum putaran dengan roda terluar selama putaran yakni *nose gear* dengan sudut putaran efektif sebesar 64° adalah sebesar 40m. dan sesuai dengan peraturan yang berlaku yang dapat dilihat pada tabel 3.7 jarak minimum antara roda dan tepi putaran haruslah 4,5m. Pada Tugas

Akhir ini, turning area perlu ditambahkan pada bagian ujung dari perpanjangan *runway*.

g. Runway Shoulder

Berdasarkan tabel ICAO yang dapat dilihat pada tabel 3.8 memberikan ketentuan *runway shoulder* untuk pesawat grup E/V adalah 10,5 m dengan kemiringan maksimum *shoulder* 2,5 %. Oleh karena itu bahu landasan sekarang harus ditambahkan sebesar 3 m agar dapat memenuhi standar yang telah ditetapkan.

h. Blast Pad/Stopway

Stopway adalah suatu area yang terletak di akhir landasan yang digunakan sebagai tempat berhenti apabila pesawat mengalami pembatalan *take off*. Berdasarkan kode huruf E pada tabel 3.9 didapatkan dimensi *stopway* dengan panjang 60 m dan lebar 45 m dengan kemiringan 0,3% tiap 30 m. Berdasarkan foto udara pada google earth, dimensi blastpad/stopway sudah memenuhi standar.

i. Runway End Safety Area (RESA)

Dimensi RESA berdasarkan tabel untuk kode huruf E yang dapat dilihat pada tabel 3.10 adalah sebesar 90 m untuk panjang minimum, sedangkan lebar RESA yakni 45 m atau tidak boleh kurang dari dua kali lebar *runway* yang ada. Kemiringan memanjang dan melintang pada RESA tidak boleh lebih dari 5%. Berdasarkan foto udara pada Google Earth, dimensi blastpad/stopway sudah memenuhi standar.

j. Runway Strips

Berdasarkan SKEP 77-VI-2005 Dirjen Perhubungan udara code letter E yang dapat dilihat pada tabel 3.11 didapatkan lebar minimum termasuk landasan (Ws) untuk pendekatan presisi maupun non presisi sebesar 300 m.

4.4 Perencanaan *Taxiway* dan *Exit Taxiway*

Kecepatan pesawat yang berada di *taxiway* untuk menuju ke *runway* atau *apron* tidak lebih besar saat pesawat berada di *runway*. Namun dalam perencanaannya harus tepat agar tidak mengganggu aktivitas antar pesawat. Dan dalam perhitungan

taxiway perlu diperhatikan roda terluar dari pesawat rencana yang menggunakan *taxiway* harus bebas dari hambatan apapun.

a. Dimensi *Taxiway*

Berdasarkan ketentuan SKEP 77-VI-2005 Dirjen Perhubungan untuk *code letter* E dan golongan pesawat V pada tabel 3.12, lebar *taxiway* yang dibutuhkan sebesar 25 m dan jarak bebas minimum dari sisi terluar roda utama dengan tepi *taxiway* adalah sebesar 4,5m. Berdasarkan foto udara pada Google Earth, lebar *taxiway* telah memenuhi standar sehingga tidak diperlukannya pengembangan pada bagian ini.

b. *Taxiway Shoulder*

Pada *taxiway* harus dilengkapi dengan bahu *taxiway* yang berada disetiap sisinya. Dalam ketentuan lebar bahu *taxiway* untuk *code letter* E pada tabel 3.13 memiliki lebar minimum bahu sebesar 44 meter. Lebar tersebut sudah termasuk lebar *taxiway* dalam perhitungan sebelumnya sebesar 25 m, sehingga lebar bahu *taxiway* tiap sisinya didapat sebesar 10 m. Berdasarkan foto udara pada Google Earth, tidak diperlukannya pelebaran pada *taxiway shoulder*.

c. *Taxiway Longitudinal Slope*

Ketentuan *taxiway longitudinal slope* menurut SKEP 77-VI2005 Dirjen Perhubungan untuk *code letter* E dan golongan pesawat V pada tabel 3.14 didapatkan kemiringan memanjang *taxiway* sebesar 1,5%, perubahan maksimum kemiringan sebesar 1% per 30 m dan jari-jari peralihan minimum sebesar 3000 m.

d. *Taxiway Transversal Slope*

Perencanaan *taxiway transversal slope* ini diperlukan untuk mencegah genangan air pada permukaan *taxiway*. Dalam ketentuan SKEP 77-VI-2005 Dirjen Perhubungan *code letter* E pada tabel 3.15 didapatkan kemiringan melintang *taxiway* minimum sebesar 1% dan untuk kemiringan maksimum sebesar 1,5%.

e. Taxiway Strips

Permukaan *taxiway* harus direncanakan sedemikian rupa agar dapat mengalirkan air ke sisi tepi landasan, untuk *code letter* E berdasarkan SKEP 77-VI-2005 pada tabel 3.18 area yang direncanakan harus memiliki kemiringan keatas yang diratakan sebesar 2,5% dan maksimum kemiringan kebawah yang diratakan sebesar 5% serta jarak minimum bagian tengah strip dengan garis tengah *taxiway* sejauh 22 m.

f. Fillet Taxiway

Untuk *code letter* E berdasarkan SKEP 77-VI-2005 yang dapat dilihat pada tabel 3.20 didapatkan nilai putaran *taxiway* (R) sebesar 45 m, panjang dari peralihan ke fillet (L) sebesar 75 m, lebar dari dan keluar *taxiway* 23 m. Dan dari tabel jari-jari fillet didapatkan nilai jari-jari tikungan sisi *taxiway* dan *runway* sebesar $R_1 = 60$ m, $R_2 = 60$ m, $r_0 = 71,5$ m, $r_1 = 35$ m, $r_2 = 55$ m.

g. Perencanaan Exit Taxiway

Exit *taxiway* diperlukan sebagai jalan penghubung antara *runway* ke *taxiway*, dalam perencanaannya jarak dan sudut *exit taxiway* bervariasi tergantung tipe pesawat yang membutuhkannya. Untuk perhitungan jaraknya diperoleh dari jarak ujung *runway* ke titik *touchdown* (Dtd) dan dari titik *touchdown* ke *exit taxiway* (De).

Tabel 4.9 Kecepatan dan Perlambatan Tiap Tipe Pesawat

Kategori Pesawat	Vot (m/s)	Vtd (m/s)	Ve (m/s)			a ₁ (m/s ²)	a ₂ (m/s ²)
			30°	45°	90°		
A	46.94	44.17	30.87	20.58	7.72	0.76	1.52
B	61.67	50	30.87	20.58	7.72	0.76	1.52
C	71.94	61.67	30.87	20.58	7.72	0.76	1.52
D	85	71.94	30.87	20.58	7.72	0.76	1.52
E	79.7	77.1	30.87	20.58	7.72	0.76	1.52

Keterangan :

Vot = Kecepatan pendaratan

Vtd = Kecepatan *touchdown*

- V_e = Kecepatan keluar *exit taxiway*
 a_1 = Perlambatan di udara
 a_2 = Perlambatan di darat

Perhitungan perencanaan *exit taxiway* ini dilakukan perhitungan untuk pesawat jenis Boeing 777-300ER yang berada pada kategori D. Untuk jarak ujung runway ke titik *touchdown* (Dtd) berkisar antara 500 – 1500 ft dipilih jarak terjauh yakni 1500 ft. Sedangkan untuk jarak titik *touchdown* ke *exit taxiway* didapatkan dari perhitungan sebagai berikut:

$$V_{td} = 77,16 \text{ m/s}$$

$$V_e = 7,72 \text{ m/s}$$

$$a_2 = 1,52 \text{ m/s}$$

$$D_e = \frac{V_{td}^2 - V_e^2}{2a}$$

$$D_e = \frac{71,94^2 - 7,72^2}{2 * 1,52}$$

$$D_e = 1682,818 \text{ m}$$

Jarak titik *touchdown* ke *exit taxiway* harus ditambahkan faktor koreksi *temperature* dan elevasi terhadap muka air laut.

- Perpanjangan 3% dilakukan untuk setiap penambahan ketinggian 300meter dari MSL. Elevasi di Bandara Internasional Minangkabau sebesar 5,5 m.
Faktor Koreksi = $1 + 0,03 * (5,5/300) = 1,00055$
- Perpanjangan 1% dilakukan untuk setiap kenaikan suhu $5,6^{\circ}\text{C}$ dari 15°C . Suhu di runway adalah $26,8^{\circ}\text{C}$
Faktor Koreksi = $1 + [(26,8-15)/5,6]*0,01 = 1,00405$

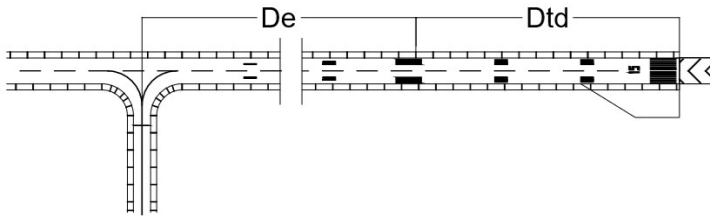
Maka hasil koreksi untuk D_e adalah:

$$D_e = 1682,818 \times 1,00055 \times 1,00405 = 1690,562 \text{ m}$$

Jarak ujung *runway* ke *exit taxiway* menjadi:

$$D = D_{td} + D_e$$

$$D = 457,2 + 1690,562 = 2147,762 \text{ m}$$



Gambar 4.9 Posisi ujung *runway* ke titik *touchdown* (Dtd) dan jarak titik *touchdown* ke lokasi *exit taxiway* (De)

Tabel 4.10 Jarak ujung *runway* ke titik *touchdown* (Dtd) dan jarak titik *touchdown* ke lokasi *exit taxiway* (De)

Kategori Pesawat	Dtd	De	Total
B	457.2	802.7637	1259.964
C	457.2	1231.444	1688.644
D	457.2	1682.818	2140.018

Tabel 4.11 Jarak ujung *runway* ke titik *touchdown* (D1) dan jarak titik *touchdown* ke lokasi *exit taxiway* (D2) Terkoreksi

Kategori Pesawat	Dtd	De	Total
B	457.2	806.4582	1263.658
C	457.2	1237.112	1694.312
D	457.2	1690.562	2147.762

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan jarak *exit taxiway* dari ujung *runway* minimal sebesar 2150 m. Sudut *exit taxiway* sebesar 90° karena jumlah pergerakan pesawat pada jam sibuk kurang dari 26 pergerakan (Basuki, 1986).

4.5 Perhitungan *Apron*

Pada perencanaan *apron* Bandara Internasional Minangkabau ini membutuhkan data-data seperti pergerakan

pesawat pada *peak hour* di tahun 2029 yang didapat pada perhitungan sebelumnya yaitu sebesar 17 pergerakan/jam. Untuk presentase pergerakan masing-masing kategori pesawat didapat dari data yang diberikan oleh PT. Angkasa Pura II pada periode pergerakan 1 Januari 2019 sampai dengan 27 Februari 2019 dengan presentase sebagai berikut: Kategori B : 14,55%, Kategori C: 83,71%, dan Kategori D: 1,74%. Maka didapat jumlah *gate* yang dibutuhkan dengan persamaan

$$G = \frac{V \times T}{U}$$

- T yang dipakai adalah waktu pemakaian *gate* tiap kategori pesawat yaitu B: 20 menit, C: 30 menit, D: 40 menit
- Faktor utilitas dipakai nilai 0,8

Sehingga didapat jumlah *gate* masing-masing kategori pesawat dapat dilihat pada tabel 4.13

Tabel 4.12 Jumlah Kebutuhan *Gate*

Code Letter	Jumlah Gate
B	2
C	9
D	1

Karakteristik pesawat yang dibutuhkan dalam perencanaan *apron* adalah panjang badan pesawat, *wingspan*, dan *wheelbase*. Berikut ini adalah masing-masing karakteristik pesawat berdasarkan kategori

Tabel 4.13 Spesifikasi Pesawat perkategori

Kategori Pesawat	B	C	D
	ATR 72	A320	B777-300ER
<i>Wingspan</i> (m)	27.05	33.5	64.8

Tabel 4.14 Spesifikasi Pesawat perkategori (lanjutan)

Kategori Pesawat	B	C	D
	ATR 72	A320	B777-300ER
<i>Wheelbase</i> (m)	4.1	12.5	11
<i>Overall Length</i> (m)	27.22	37.5	73.9

Radius untuk berbagai kategori pesawat dapat dihitung dengan persamaan dibawah

- Kategori B

$$R = (\textit{wingspan}/2) + (\textit{wheelbase}/\textit{tg}60)$$

$$= (27/2) + (4,1/\textit{tg}60)$$

$$= 15.89\text{m}$$
- Kategori C

$$R = (\textit{wingspan}/2) + (\textit{wheelbase}/\textit{tg}60)$$

$$= (33,5/2) + (12,5/\textit{tg}60)$$

$$= 23.97\text{m}$$
- Kategori D

$$R = (\textit{wingspan}/2) + (\textit{wheelbase}/\textit{tg}60)$$

$$= (64,8/2) + (11/\textit{tg}60)$$

$$= 38,75 \text{ m}$$

Untuk perhitungan panjang dan lebar *apron* menggunakan persamaan berikut:

$$\textit{Panjang Apron} = G \times 2R + G \times C$$

$$\textit{Lebar Apron} = L + C + W$$

Keterangan:

R = radius putar pesawat (m)

L = panjang pesawat (m)

W = lebar *taxilane*

C = *Clearance*

- Kategori B

$$\textit{Panjang Apron} = \text{jumlah gate} \times 2R + (\text{jumlah gate} + 1) \times C$$

$$= 2 \times 2 \times 15,89 + (2 + 1) \times 7,5$$

$$\begin{aligned}
 &= 86,06\text{m} \\
 \text{Lebar } \textit{Apron} &= L + C + W \\
 &= 27,22 + 7,5 + 88,39 \\
 &= 123,11\text{m} \\
 \bullet \text{ Kategori C} \\
 \text{Panjang } \textit{Apron} &= \text{jumlah gate} \times 2R + (\text{jumlah gate} + 1) \\
 &\quad \times C \\
 &= 9 \times 2 \times 23,97 + (9 + 1) \times 7,5 \\
 &= 506,46\text{m} \\
 \text{Lebar } \textit{Apron} &= L + C + W \\
 &= 37,5 + 7,5 + 88,39 \\
 &= 133,39\text{m} \\
 \bullet \text{ Kategori D} \\
 \text{Panjang } \textit{Apron} &= \text{jumlah gate} \times 2R + (\text{jumlah gate} + 1) \\
 &\quad \times C \\
 &= 1 \times 2 \times 38,75 + (1 + 1) \times 10 \\
 &= 97,5\text{m} \\
 \text{Lebar } \textit{Apron} &= L + C + W \\
 &= 73,9 + 10 + 48,76 \\
 &= 132,66\text{m}
 \end{aligned}$$

Untuk menghitung luas *apron* yang direncanakan panjang *apron* tiap kategori pesawat dijumlahkan dan dikalikan dengan lebar terbesar dari seluruh kategori pesawat. Berdasarkan hasil perhitungan kategori pesawat yang mempunyai lebar paling besar yaitu kategori C dengan lebar 133,39m. Sehingga perhitungan luasan *apron* rencana sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Luas } \textit{Apron} &= (86,06 + 506,45 + 97,5) \times 133,39 \\
 &= 690,1 \times 133,39 \\
 &= 92040,4339 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Jadi diperlukan pengembangan dari *apron* untuk lebar sebesar 20 m dan untuk panjang sebesar 95 m agar dapat memenuhi kebutuhan pada saat *peak hour* terjadi.

4.6 Perencanaan Kawasan Keselamatan Operasional Penerbangan (KKOP)

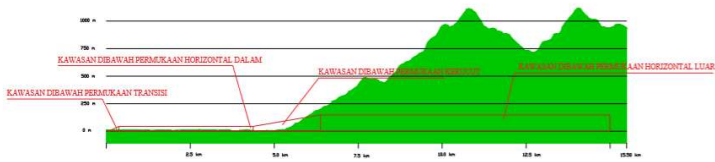
Kawasan Keselamatan Operasional Penerbangan (KKOP) adalah kawasan yang mengatur tinggi bangunan di sekitar bandara. Untuk merencanakan KKOP terlebih dahulu direncanakan klasifikasi *runway* bandara yang direncanakan.

Berdasarkan perhitungan sebelumnya, Bandara Internasional Minangkabau akan direncanakan pengembangan *runway* menjadi 3550m. suhu di lokasi sekitar 26,8°C, elevasi lingkungan setinggi 5,5m diatas permukaan laut berdasarkan data yang didapatkan dari website Bandara Internasional Minangkabau dan efektif gradiennya adalah 0,3% dihitung dari aplikasi google earth.

Pesawat yang direncanakan pada Bandara Internasional Minangkabau adalah jenis Boeing 777-300ER yang mempunyai panjang *wingspan* 64,8m dengan ARFL sepanjang 3048m. berdasarkan data-data tersebut maka *runway* rencana ini termasuk golongan 4E.

Dari penggolongan *runway* tersebut dan direncanakan klasifikasi *runway* adalah instrumen precision maka dapat direncanakan dimensi dari setiap area KKOP berdasarkan tabel 4.16

Dari hasil analisa gambar layout KKOP yang terlampir pada gambar no 7 didapatkan bahwa ada dataran yang melebihi batas tinggi kawasan di bawah permukaan kerucut dan kawasan dibawah permukaan horizontal luar yaitu sekitar 6 km dari runway dapat dilihat pada gambar 4.10. Hal ini perlu diberi tanda atau *obstacle light* pada dataran yang melebihi batas tersebut dengan jenis lampu III warna putih dan jumlah kedipan 40-60 kali permenit. Keterangan ini dapat dilihat pada tabel 4. 15



Gambar 4.10 Daerah yang melebihi standar KKOP

Tabel 4.15 Tanda Jenis Lampu III

No.	Uraian pemasangan lampu	Warna dan nyala lampu	Macam penggunaan lampu		Daur nyala kedipan lampu	Waktu nyala per siklus daur nyala	Jumlah kedipan per menit
			Cahaya sekeliling	Intensitas cahaya			
1.	Pada bangunan	putih berkedip-kedip	di atas 500 cd/m ²	minimal 200.000 cd	-	-	40-60 kali
			50 – 500 cd/m ²	20.000 ± 25% cd			
			di bawah 50 cd/m ²	2.000 ± 25% cd			
2.	Pada tiang kawat Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT)	putih berkedip-kedip	di atas 500 cd/m ²	minimal 200.000 cd	-	-	40-60 kali
			50 – 500 cd/m ²	20.000 ± 25% cd			
			di bawah 50 cd/m ²	2.000 ± 25% cd			
3.	Pada tiang penyangga kawat Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT)	putih, menyala berkedip-kedip bergantian dan berurutan	-	-	lampu tengah	1/3 detik	60 kali
			-	-	lampu atas	2/3 detik	
			-	-	lampu bawah	10/13 detik	

4.7 Perencanaan Perkerasan Sisi Udara

Dalam sub-bab ini akan dibahas mengenai kebutuhan struktur yang meliputi perkerasan lentur dari *runway* dan *taxiway* dan perkerasan kaku *apron*.

4.7.1 Perkerasan Lentur

Perhitungan perkerasan lentur menggunakan metode FAA, untuk menghitung kebutuhan perkerasannya dibantu dengan aplikasi FAARFIELD.

a. Peramalan Keberangkatan Tahunan

Dalam menghitung tebal perkerasan diperlukan jumlah keberangkatan pesawat tiap tahun. Pada Tugas Akhir ini

Tabel 4.16 Kawasan Keselamatan Operasional Penerbangan

Surface And Dimention	RUNWAY CLASSIFICATION									
	Non-instrument				Non-precision approach			Precision approach category I-II		
	code number				code number			code number		
	1	2	3	4	1,2	3	4	1,2	3,4	3,4
CONICAL										
Slope (%)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Height (m)	35	55	75	100	60	75	100	60	100	100
INNER HORIZONTAL										
Height (m)	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Radius (m)	2000	2500	4000	4000	3500	4000	4000	3500	4000	4000
INNER APPROACH										
Width (m)	-	-	-	-	-	-	-	90	120	120
Distance from threshold (m)	-	-	-	-	-	-	-	60	60	60
Length (m)	-	-	-	-	-	-	-	900	900	900
Slope (%)	-	-	-	-	-	-	-	2,5	2	2
APPROACH										
Length of inner edge (m)	60	80	150	150	150	300	300	150	300	300
Distance from threshold (m)	30	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Divergence (each side) (%)	10	10	10	10	15	15	15	15	15	15
First section										
Length (m)	1600	2500	3000	3000	2500	3000	3000	3000	3000	3000
Slope (%)	5	4	3,33	2,5	3,33	2	2	2,5	2	2
Second section										
Length (m)	-	-	-	-	-	3600	3600	12000	3600	3600
Slope (%)	-	-	-	-	-	2,5	2,5	3	2,5	2,5
Horizontal section										
Length (m)	-	-	-	-	-	8400	8400	-	8400	8400
Total length (m)	-	-	-	-	-	15000	15000	15000	15000	15000
TRANSITIONAL										
Slope (%)	20	20	14,3	14,3	20	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3
INNER TRANSITIONAL										
Slope (%)	-	-	-	-	-	-	-	40	33,3	33,3
BALKED LANDING SURFACE										
Length of inner edge (m)	-	-	-	-	-	-	-	90	120	120
Distance from threshold (m)	-	-	-	-	-	-	-	-	1800	1800
Divergence (each side) (%)	-	-	-	-	-	-	-	10	10	10
Slope (%)	-	-	-	-	-	-	-	4	3,33	3,33

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

direncanakan pesawat yang beroperasi adalah Airbus 320-200, Airbus 330 300, ATR 72, Boeing 737-800, Boeing 737-900ER, Boeing 737 500, Boeing 777-300ER.

Berikut ini adalah jumlah annual departure dari setiap pesawat yang beroperasi:

- Airbus 320-200
Keberangkatan pertahun= 8996 pesawat
- Airbus 330 300
Keberangkatan pertahun= 297 pesawat
- ATR 72
Keberangkatan pertahun= 4558 pesawat

- Boeing 737-800
Keberangkatan pertahun= 7.964 pesawat
- Boeing 737-900ER
Keberangkatan pertahun= 7.354 pesawat
- Boeing 737 500
Keberangkatan pertahun= 454 pesawat
- Boeing 777-300ER
Keberangkatan pertahun= 10 pesawat

Jika diketahui pertumbuhan pergerakan sebesar 5.8% berdasarkan hasil *forecasting*. Dan perkerasan direncanakan standar untuk 20 tahun kedepan berdasarkan standar rencana perkerasan pada FAARFIELD maka jumlah keberangkatan tiap jenis pesawat pada tahun 2039 dapat ditabelkan sebagai berikut.

Tabel 4.17 Perkiraan jumlah pesawat tahun 2039

Jenis Pesawat	Pertumbuhan	Jumlah Keberangkatan Tahun 2039
Airbus 320-200	5.84%	284.993
Airbus 330-300	5.84%	9.409
ATR 72	5.84%	232.975
Boeing 737-800	5.84%	252.300
Boeing 737-900ER	5.84%	317
Boeing 737-500	5.84%	14.383
Boeing 777-300ER	5.84%	144.397

b. Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur

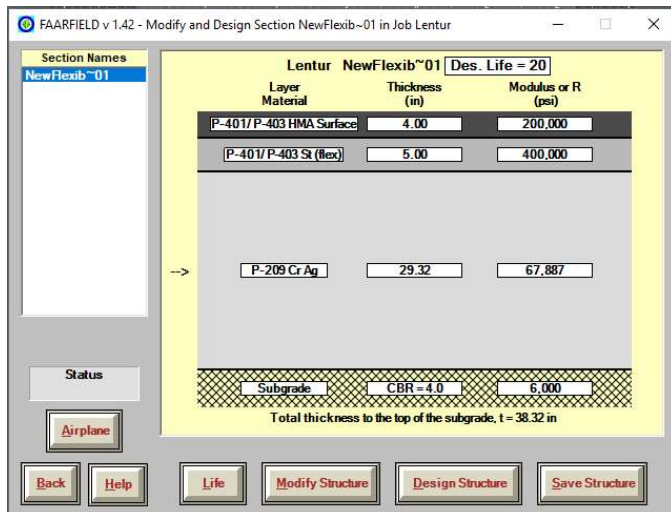
Untuk menghitung tebal perkerasan menggunakan aplikasi FAARFIELD perlu untuk mengetahui MTOW dari masing-masing jenis pesawat yang direncanakan akan beroperasi. Karena keterbatasan memperoleh data tanah maka untuk nilai CBR digunakan range 4%-8% dikarenakan pada perencanaan awal

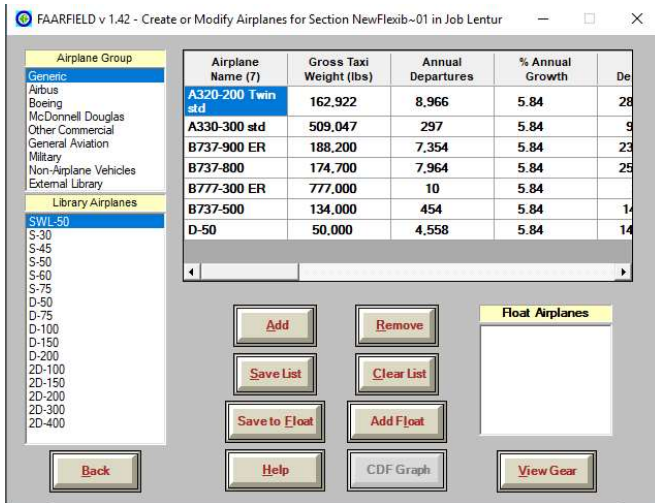
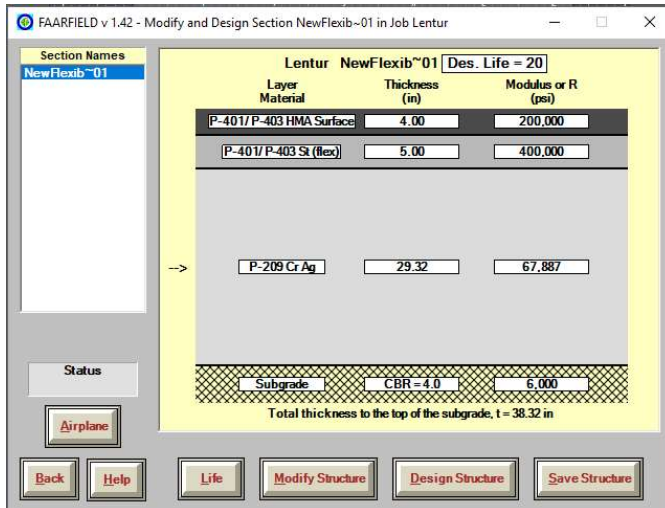
Bandara Internasional Minangkabau direncanakan pada *subgrade* tanah *low* (CBR=6%). Berikut langkah-langkah dalam merencanakan tebal perkerasan lentur menggunakan aplikasi FAARFIELD:

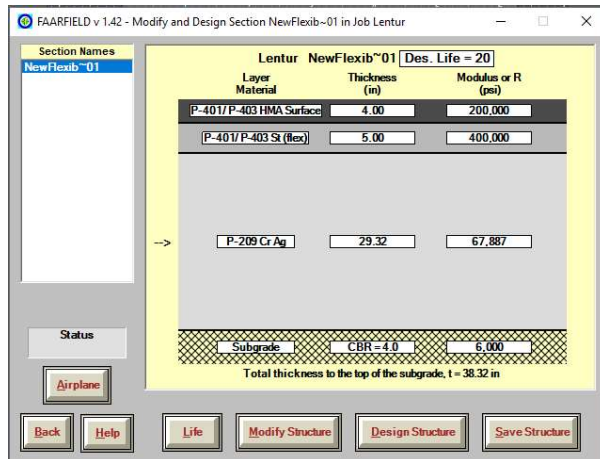
1. Memilih section dengan jenis perkerasan lentur (*flexible pavement*) seperti yang ditampilkan pada gambar 4.11
2. Memilih tombol menu “*structure*” yang sudah tersedia pada kolom input data pada software tersebut yang ditampilkan pada gambar 4.12
3. Klik menu “*aeroplane*” kemudian memilih jenis pesawat yang sesuai dengan pesawat rencana yang telah ditentukan sebelumnya dilanjutkan dengan menginput data MTOW, *Annual Departure*, dan *Annual Growth* pada tabel. Apabila sudah selesai klik tombol “*kembali*”. Berikut adalah tampilan menu “*aeroplane*” dapat dilihat pada gambar 4.13.
4. Setelah selesai menginput data pesawat rencana dilanjutkan dengan mengisi kolom nilai CBR dengan cara mengklik menu “*modify structure*” dan mengisikan nilainya. Dalam perhitungan ini dicontohkan dengan mengisi nilai CBR 4% seperti gambar 4.14
5. Apabila semua sudah di-*input*-kan, selanjutnya adalah menekan tombol “*design structure*” dan didapat hasil tebal total perkerasan sebesar 38.32 inch atau sebesar 97.33cm



Gambar 4.11 Tampilan menu utama pada FAARFIELD

Gambar 4.12 Tampilan menu *structure* pada FAARFIELD

Gambar 4.13 Tampilan menu *aeroplane* pada FAARFIELDGambar 4.14 Tampilan menu *structure* pada FAARFIELD

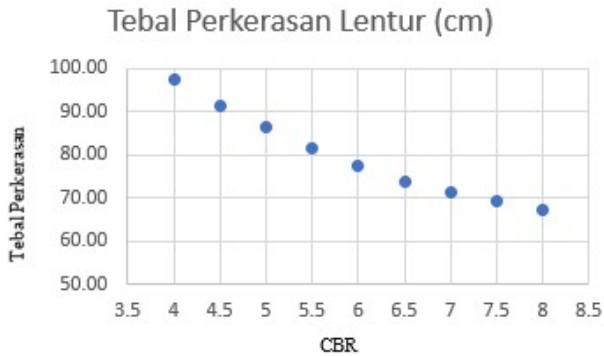


Gambar 4. 15 Tampilan hasil desain tebal perkerasan lentur dengan software FAARFIELD

Berikut ini pada tabel 4.18 adalah hasil dari perhitungan tebal total perkerasan lentur dengan menggunakan nilai CBR dari 4% sampai dengan 8%.

Tabel 4.18 Ketebalan Total Perkerasan Lentur

CBR	Tebal	
	inch	cm
4	38.32	97.33
4.5	36.06	91.59
5	34.01	86.39
5.5	32.07	81.46
6	30.43	77.29
6.5	29.08	73.86
7	28.13	71.45
7.5	27.29	69.32
8	26.5	67.31



Gambar 4.16 Grafik perubahan total perkerasan lentur berdasarkan CBR

4.7.2 Perkerasan Kaku

Perhitungan perkerasan kaku menggunakan metode FAA, untuk menghitung kebutuhan perkerasannya dibantu dengan aplikasi FAARFIELD.

a. Peramalan Keberangkatan Tahunan

Dalam menghitung tebal perkerasan diperlukan jumlah keberangkatan pesawat tiap tahun. Pada Tugas Akhir ini direncanakan pesawat yang beroperasi adalah Airbus 320-200, Airbus 330 300, ATR 72, Boeing 737-800, Boeing 737-900ER, Boeing 737 500, Boeing 777-300ER. Berikut ini adalah jumlah *annual departure* dari setiap pesawat yang beroperasi:

- Airbus 320-200
Keberangkatan pertahun= 8996 pesawat
- Airbus 330 300
Keberangkatan pertahun= 297 pesawat
- ATR 72
Keberangkatan pertahun= 4558 pesawat
- Boeing 737-800
Keberangkatan pertahun= 7.964 pesawat
- Boeing 737-900ER
Keberangkatan pertahun= 7.354 pesawat

- Boeing 737 500
Keberangkatan pertahun= 454 pesawat
- Boeing 777-300ER
Keberangkatan pertahun= 10 pesawat

Jika diketahui pertumbuhan pergerakan sebesar 5.84% berdasarkan hasil forecasting. Dan perkerasan direncanakan standar untuk 20 tahun kedepan berdasarkan standar rencana perkerasan pada FAARFIELD maka jumlah keberangkatan tiap jenis pesawat pada tahun 2039 dapat ditabelkan sebagai berikut.

Tabel 4.19 Perkiraan jumlah pesawat tahun 2039

Jenis Pesawat	Pertumbuhan	Jumlah Keberangkatan Tahun 2039
Airbus 320-200	5.84%	284.993
Airbus 330-300	5.84%	9.409
ATR 72	5.84%	232.975
Boeing 737-800	5.84%	252.300
Boeing 737-900ER	5.84%	317
Boeing 737-500	5.84%	14.383
Boeing 777-300ER	5.84%	144.397

b. Perhitungan Tebal Perkerasan Kaku

Untuk menghitung tebal perkerasan menggunakan aplikasi FAARFIELD perlu untuk mengetahui MTOW dari masing-masing jenis pesawat yang direncanakan akan beroperasi. Karena keterbatasan memperoleh data tanah maka untuk nilai CBR digunakan range 4%-8% dikarenakan pada perencanaan awal Bandara Internasional Minangkabau direncanakan pada subgrade tanah *low* (CBR=6%). Untuk menghitung perkerasan kaku, kita

harus mengkonversi nilai CBR menjadi modulus tanah. Berdasarkan Advisory Circular 150/5320-6E didapatkan konversi nilai A dengan rumus (Federal Aviation Administration, 2009):

$$k = \left(\frac{1500 \times CBR}{26} \right)^{0.7788}$$

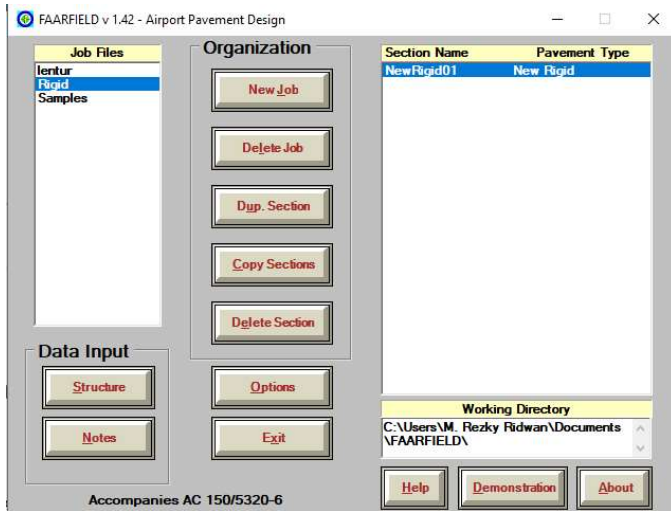
maka didapatkan nilai konversi seperti tabel 4.20

Tabel 4.20 Konversi Nilai CBR ke k

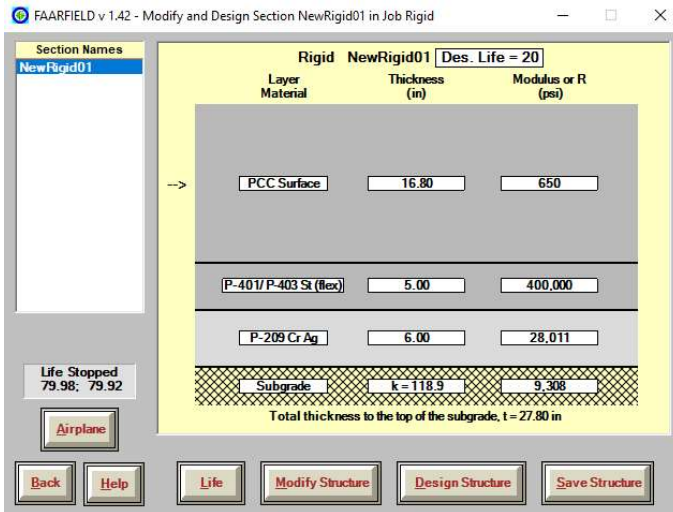
CBR(%)	k
4	69.2537
4.5	75.90677
5	82.39796
5.5	88.74688
6	94.96921
6.5	101.0777
7	107.0831
7.5	112.9942
8	118.8188

Berikut langkahlangkah dalam merencanakan tebal perkerasan kaku menggunakan aplikasi FAARFIELD:

1. Memilih section dengan jenis perkerasan kaku (*rigid pavement*) seperti yang ditampilkan pada gambar 4.17
2. Memilih tombol menu “*structure*” yang sudah tersedia pada kolom input data pada *software* tersebut yang ditampilkan seperti gambar 4.18
3. Klik menu “*aeroplane*” kemudian memilih jenis pesawat yang sesuai dengan pesawat rencana yang telah ditentukan sebelumnya dilanjutkan dengan menginput data Annual Departure, dan Annual Growth. Apabila sudah selesai klik tombol “*kembali*”. Berikut adalah tampilan menu “*airplane*” pada gambar 4.19.

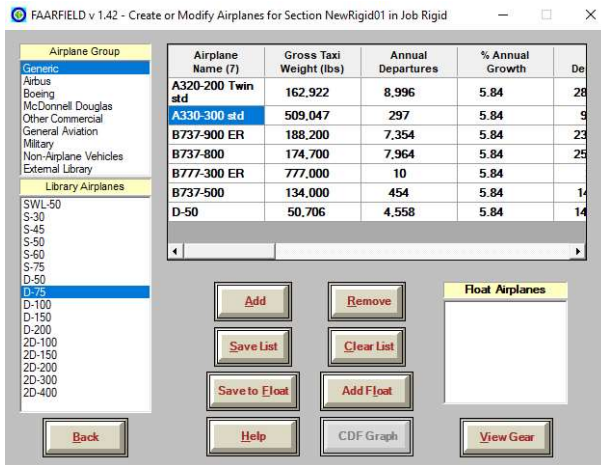


Gambar 4.17 Tampilan menu utama pada FAARFIELD



Gambar 4.18 Tampilan menu structure pada FAARFIELD

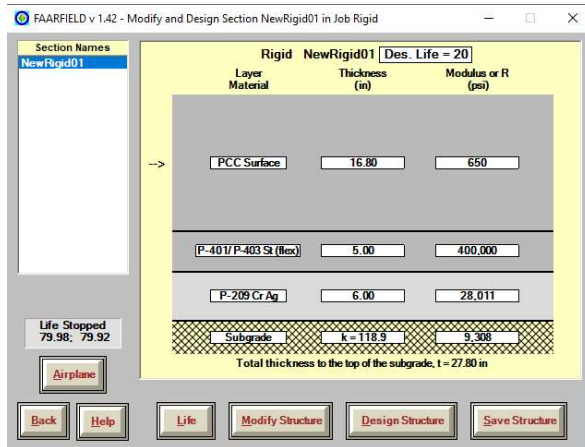
4. Setelah selesai menginput data pesawat rencana dilanjutkan dengan mengisi kolom nilai CBR dengan cara mengklik menu “*modify structure*” dan mengisikan nilainya. Dalam perhitungan ini dicontohkan dengan mengisi nilai modulus tanah (k) sebesar 118.9 psi seperti pada gambar 4.20



Gambar 4.19 Tampilan menu aeroplane pada FAARFIELD

5. Apabila semua sudah diinputkan, selanjutnya adalah menekan tombol “*design structure*” dan didapat hasil tebal total perkerasan sebesar 27.8 inch atau sebesar 70,61 cm

Berikut ini pada tabel 4.21 adalah hasil dari perhitungan tebal total perkerasan kaku dengan menggunakan nilai CBR 4% - 8% lalu dikonversi ke nilai k.



Gambar 4.20 Tampilan menu *structure* pada FAARFIELD

Tabel 4.21 Ketebalan total perkerasan kaku

CRB(%)	K	Tebal	
		inch	cm
4	69.2537	29.44	74.78
4.5	75.90677	29.13	73.99
5	82.39796	28.87	73.33
5.5	88.74688	28.63	72.72
6	94.96921	28.43	72.21
6.5	101.0777	28.24	71.73
7	107.0831	28.08	71.32
7.5	112.9942	27.93	70.94
8	118.8188	27.80	70.61



Gambar 4.21 Grafik perubahan total tebal perkerasan kaku berdasarkan nilai CBR

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun hal-hal yang dapat disimpulkan dari hasil Analisa perhitungan dan perencanaan dalam Tugas Akhir ini antara lain sebagai berikut:

1. Dari data pergerakan lalu lintas udara yang beroperasi di Bandara Internasional Minangkabau pada tahun 2015 hingga 2018 lalu dilakukan forecasting mengenai jumlah pergerakan pesawat pada tahun 2029 menggunakan decomposition additive model didapatkan jumlah pergerakan pesawat sebesar 57451. Dari hasil perhitungan peak hour rencana pada total pergerakan tahun 2029 didapatkan 17 pergerakan/jam dengan komposisi pesawat kategorie B: 14,55%, kategori C: 83,71%, kategori D: 1,74%
2. Berdasarkan hasil analisa kesesuaian ACN pesawat Boeing 777-300ER dengan PCN Bandara Internasional Minangkabau didapatkan bahwa nilai ACN melebihi nilai PCN akan tetapi pesawat Boeing 777-300ER masih dapat beroperasi dikarenakan jumlah pergerakan tahunannya tidak melebihi 5% dari total pergerakan tahunan di Bandara Internasional Minangkabau.
3. Berdasarkan analisa geometrik landasan didapatkan panjang landasan 3550 m dengan lebar 45 m dilengkapi bahu landasan 10,5 m pada setiap sisi. Untuk lebar taxiway sebesar 25 m dilengkapi bahu taxiway sebesar 10 m disetiap sisi dan dari perhitungan letak exit taxiway berada sejauh 2150 m dihitung dari ujung runway dengan sudut 90°. Untuk luas apron yang diperlukan sebesar 92040,4339 m²
4. Berdasarkan hasil analisa KKOP maka didapatkan bahwa ada dataran yang tingginya melebihi batas kawasan dibawah

horizontal luar sehingga perlu diberi tanda atau *obstacle light* pada dataran yang melebihi batas tersebut dengan jenis lampu III warna putih dan jumlah kedipan 40-60 kali permenit.

5. Berdasarkan perhitungan tebal perkerasan menggunakan program FAARFIELD didapatkan untuk tebal perkerasan lentur dari 67,31 cm- 97,33 cm dan tebal perkerasan kaku dari 70,61 cm – 74,48 m tergantung pada data tanah yang nantinya diperoleh di lapangan.

5.2 Saran

Dari hasil analisis Tugas Akhir ini masih bisa dikembangkan lagi sebagai berikut:

1. Pada perencanaan forecasting untuk pertumbuhan jumlah pesawat hanya dihitung dengan menggunakan data historis pesawat sehingga tidak mempertimbangkan akibat dari berbagai faktor lain.
2. Pada perencanaan geometrik sisi udara perencanaan ini menggunakan kategori pesawat berdasarkan hasil simulasi kapasitas yaitu kategori B, C, dan D sehingga dapat dikembangkan dengan memperhitungkan juga pesawat kategori lain dengan komposisi yang berbeda.
3. Pada perencanaan perkerasan berdasarkan range nilai CBR dan K tanah yang tidak dihitung secara mendetail. Sehingga masih bias dikembangkan agar ketebalan perkerasan lebih sesuai dengan kebutuhan

DAFTAR PUSTAKA

- Abduh T. M. 2011. **Keutamaan Ibadah Haji**.
<URL:<https://muslim.or.id/7069-keutamaan-ibadah-haji.html>>
- Agustino, Y. P. 2017. **Kuota Haji Sumatera Barat Bakal Bertambah 20 Persen**
<URL:http://rri.co.id/post/berita/350739/daerah/kuota_haji_sumatera_barat_bakal_bertambah_20_persen.html>
- Angkasa Pura II. 2018. **Data Jumlah Penumpang Dan Pergerakan Pesawat**.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Barat. 2018. **Jumlah Wisatawan Mancanegara**.
<URL:<https://sumbar.bps.go.id/dynamictable/2018/04/05/164/jumlah-wisatawan-mancanegara-wisman-yang-datang-ke-sumatera-barat-januari-2015---juli-2018.html>>
- Badan Pusat Statistik. 2018. **Penduduk Provinsi Sumatera Barat**. <URL:<https://sumbar.bps.go.id>>.
- Bandara Internasional Minangkabau. 2018. **Informasi Teknis Bandara**.
<URL:<http://minangkabau-airport.co.id/id/airport/airport-technical-information>>
- Bandara Internasional Minangkabau. 2018. **Profil Bandara Internasional Minangkabau**. <URL:<http://minangkabau-airport.co.id/id/general/about-us>>
- Basuki, H. 1986. **Merancang, Merencana Lapangan Terbang**.
- Boeing. 2011. **737 MAX Airplane Characteristics for Airport Planning**. <URL: <https://doi.org/10.2307/2230120>>

Dirjen Perhubungan Udara No: SKEP/77/VI/2005. **Persyaratan Teknis Pengoperasian Fasilitas Teknik Bandar Udara.**

Eliza, I. 2011. **Peramalan Jumlah Penumpang Airlines PT . Angkasa Pura II Bandara Sultan Syarif Kasim II**

Erinaldi. 2017. **Wisatawan Domestik Sumbar.**
<URL:<https://www.liputan6.com/bisnis/read/3209609/sumat-era-barat-dikunjungi-78-juta-wisatawan-domestik-tahun-ini>>

Febriyeni, S. 2018. **Jamaah Umrah Terbang Langsung Ke Jeddah.**
<https://padek.co/koran/newspadek.com/read/detail/120090/Jamaah_Umrah_Terbang_Langsung_ke_Jeddah>

Federal Aviation Administration. 2009. **Airport Pavement Design and Evaluation.**

Horonjeff, R., Mckelvey., F. X. 1994. *Planning & Design of Airports.*

Kementrian Agama. 2018. **Data Statistik Jumlah Wafat , Ghoib , Kelahiran , Petugas , Biaya , Penyelenggara , Regulasi Biaya Jamaah Haji Indonesia Tahun 1949 Sampai Dengan 2014.**

Nursalikhah, A. 2018. **Embarkasi Padang Berangkatkan 4.668 Calon Jamaah Haji.**
<URL:<https://www.republika.co.id/berita/jurnal-haji/berita-jurnal-haji/18/07/30/pcofv7366-embarkasi-padang-berangkatkan-4668-calon-jamaah-haji>>

Prasetyo, W. 2017. **Pesawat B777 Boleh Terbang Di Bandara Minangkabau Dengan Syarat Khusus**
<URL:<https://kumparan.com/@kumparannews/pesawat-b777-boleh-terbang-di-bandara-minangkabau-dengan-syarat-khusus>>

- Rosyid, M. 2018. *Dinamika Haji Indonesia Sejak Era Kolonial Dan Problematika Calon Haji Ilegal*.
<URL:<https://doi.org/10.18326/ijtihad.v17i2.241-259>>
- Stet, M. n.d. **Evaluation Of Bearing Strength Of Runway Pavement At Amsterdam Airport Schiphol Using Crow ' S Guideline On Pen Assignment,**

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

LAMPIRAN

JADWAL KEBERANGKATAN PESAWAT PERIODE 19 – 25 APRIL 2019

No	Date	Time	Flight Number	To	Airline	Aircraft
1	19-Apr-19	6:00 AM	ID6572	Jakarta (CGK)	Batik Air	A320
2	19-Apr-19	6:00 AM	ID6811	Jakarta (CGK)	Batik Air	A320
3	19-Apr-19	6:05 AM	GA161	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	B738
4	19-Apr-19	7:01 AM	SJ23	Jakarta (CGK)	Sriwijaya Air	B738
5	19-Apr-19	8:15 AM	JT253	Jakarta (CGK)	Lion Air	B738
6	19-Apr-19	8:20 AM	JT232	Batam (BTH)	Lion Air	B739
7	19-Apr-19	8:25 AM	AK402	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	A320
8	19-Apr-19	8:50 AM	GA163	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	B738
9	19-Apr-19	9:00 AM	QG1941	Palembang (PLM)	Citilink	AT76
10	19-Apr-19	9:50 AM	QG953	Jakarta (CGK)	Citilink	A320
11	19-Apr-19	10:20 AM	GA125	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	B738
12	19-Apr-19	10:35 AM	JT353	Jakarta (CGK)	Lion Air	B739
13	19-Apr-19	11:10 AM	JT350	Medan (KNO)	Lion Air	B738
14	19-Apr-19	11:35 AM	AK407	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	A320
15	19-Apr-19	11:50 AM	GA149	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	B738
16	19-Apr-19	12:40 PM	ID7106	Jakarta (HLP)	Batik Air	A320
17	19-Apr-19	1:05 PM	IW1246	Gunung Sitoli (GNS)	Wings Air	AT75
18	19-Apr-19	2:00 PM	GA165	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	B738
19	19-Apr-19	2:20 PM	JT251	Jakarta (CGK)	Lion Air	B738
20	19-Apr-19	2:30 PM	IW1761	Pekanbaru (PKU)	Wings Air	AT75
21	19-Apr-19	2:50 PM	JT145	Batam (BTH)	Lion Air	B739
22	19-Apr-19	3:00 PM	SJ21	Jakarta (CGK)	Sriwijaya Air	B738
23	19-Apr-19	3:35 PM	JT355	Jakarta (CGK)	Lion Air	B739
24	19-Apr-19	4:00 PM	IW1293	Jambi (DJB)	Wings Air	AT75
25	19-Apr-19	4:05 PM	AK404	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	A20N

No	Date	Time	Flight Number	To	Airline	Aircraft
26	19-Apr-19	4:15 PM	XN738	Bandung (BDO)	Express Air	B735
27	19-Apr-19	4:40 PM	GA167	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	B738
28	19-Apr-19	4:40 PM	IW1765	Bengkulu (BKS)	Wings Air	AT75
29	19-Apr-19	6:15 PM	QG957	Batam (BTH)	Citilink	A320
30	19-Apr-19	7:00 PM	QG955	Jakarta (CGK)	Citilink	A320
31	19-Apr-19	7:15 PM	JT270	Yogyakarta (JOG)	Lion Air	B739
32	19-Apr-19	7:20 PM	IW1755	Palembang (PLM)	Wings Air	AT76
33	19-Apr-19	7:25 PM	QG47	Jakarta (HLP)	Citilink	A320

No	Date	Time	Flight Number	To	Airline	Aircraft
1	20-Apr-19	6:00 AM	ID6572	Jakarta (CGK)	Batik Air	32A
2	20-Apr-19	6:00 AM	ID6811	Jakarta (CGK)	Batik Air	A320 (PK-LAF)
3	20-Apr-19	6:05 AM	GA161	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	B738 (PK-GFD)
4	20-Apr-19	7:01 AM	SJ23	Jakarta (CGK)	Sriwijaya Air	B738 (PK-CRF)
5	20-Apr-19	8:15 AM	JT253	Jakarta (CGK)	Lion Air	739
6	20-Apr-19	8:20 AM	JT232	Batam (BTH)	Lion Air	739
7	20-Apr-19	8:25 AM	AK402	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	A320 (9M-AJP)
8	20-Apr-19	9:00 AM	QG1941	Palembang (PLM)	Citilink	AT76 (PK-GJS)
9	20-Apr-19	9:50 AM	QG953	Jakarta (CGK)	Citilink	A320 (PK-GQF)
10	20-Apr-19	10:35 AM	JT353	Jakarta (CGK)	Lion Air	B739 (PK-LGM)
11	20-Apr-19	11:10 AM	JT130	Medan (KNO)	Lion Air	B739 (PK-LPI)
12	20-Apr-19	11:10 AM	JT350	Medan (KNO)	Lion Air	738
13	20-Apr-19	11:35 AM	AK407	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	A20N (9M-AGD)
14	20-Apr-19	11:35 AM	SJ20	Medan (KNO)	Sriwijaya Air	738
15	20-Apr-19	11:50 AM	GA149	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	B738 (PK-GFD)
16	20-Apr-19	12:35 PM	GA261	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	CRJX (PK-GRH)
17	20-Apr-19	12:35 PM	GA962	Jeddah (JED)	Garuda Indonesia	A333 (PK-GPC)
18	20-Apr-19	12:40 PM	ID7106	Jakarta (HLP)	Garuda Indonesia	CRJX (PK-GRC)
19	20-Apr-19	1:05 PM	IW1246	Gunung Sitoli (GNS)	Wings Air	AT76 (PK-WGM)
20	20-Apr-19	1:55 PM	GA7155	Batam (BTH)	Garuda Indonesia	AT76 (PK-GAF)
21	20-Apr-19	2:00 PM	GA165	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	B738 (PK-GMV)
22	20-Apr-19	2:20 PM	JT251	Jakarta (CGK)	Lion Air	B738 (PK-LKH)
23	20-Apr-19	2:30 PM	IW1761	Pekanbaru (PKU)	Wings Air	AT76 (PK-WGU)
24	20-Apr-19	2:50 PM	JT145	Batam (BTH)	Lion Air	B739 (PK-LPI)
25	20-Apr-19	3:00 PM	SJ21	Jakarta (CGK)	Sriwijaya Air	738
26	20-Apr-19	3:35 PM	JT355	Jakarta (CGK)	Lion Air	739
27	20-Apr-19	4:05 PM	AK404	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	A20N (9M-AGL)

No	Date	Time	Flight Number	To	Airline	Aircraft
28	20-Apr-19	4:15 PM	XN738	Bandung (BDO)	Express Air	733
29	20-Apr-19	4:35 PM	JT259	Surabaya (SUB)	Lion Air	B739 (PK-LHT)
30	20-Apr-19	4:40 PM	GA167	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	B738 (PK-GMI)
31	20-Apr-19	4:40 PM	IW1293	Jambi (DJB)	Wings Air	AT76 (PK-WGH)
32	20-Apr-19	4:40 PM	IW1765	Bengkulu (BKS)	Wings Air	AT76 (PK-WGU)
33	20-Apr-19	5:55 PM	ID7108	Jakarta (HLP)	Batik Air	A320 (PK-LUP)
34	20-Apr-19	6:15 PM	QG957	Batam (BTH)	Citilink	A320 (PK-GLS)
35	20-Apr-19	7:00 PM	QG955	Jakarta (CGK)	Citilink	320
36	20-Apr-19	7:20 PM	IW1755	Palembang (PLM)	Wings Air	AT76 (PK-WHO)
37	20-Apr-19	7:25 PM	QG47	Jakarta (HLP)	Citilink	A320 (PK-GLM)

No	Date	Time	Flight Number	To	Airline	Aircraft
1	21-Apr-19	6:00 AM	ID6572	Jakarta (CGK)	Batik Air	32A
2	21-Apr-19	6:00 AM	ID6811	Jakarta (CGK)	Batik Air	32A
3	21-Apr-19	6:05 AM	GA161	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	738
4	21-Apr-19	7:00 AM	SJ23	Jakarta (CGK)	Sriwijaya Air	738
5	21-Apr-19	8:15 AM	JT253	Jakarta (CGK)	Lion Air	739
6	21-Apr-19	8:20 AM	JT232	Batam (BTH)	Lion Air	739
7	21-Apr-19	8:25 AM	AK402	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	A320 (9M-RAE)
8	21-Apr-19	9:00 AM	QG1941	Palembang (PLM)	Citilink	AT76 (PK-GJS)
9	21-Apr-19	9:50 AM	QG953	Jakarta (CGK)	Citilink	A320 (PK-GQH)
10	21-Apr-19	10:20 AM	GA125	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	738
11	21-Apr-19	10:35 AM	GA963	Palembang (PLM)	Garuda Indonesia	330
12	21-Apr-19	10:35 AM	JT353	Jakarta (CGK)	Lion Air	739
13	21-Apr-19	11:10 AM	JT130	Medan (KNO)	Lion Air	739
14	21-Apr-19	11:10 AM	JT350	Medan (KNO)	Lion Air	738
15	21-Apr-19	11:35 AM	AK407	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	A20N (9M-RAH)
16	21-Apr-19	11:35 AM	SJ20	Medan (KNO)	Sriwijaya Air	738
17	21-Apr-19	11:50 AM	GA149	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	738
18	21-Apr-19	12:40 PM	ID7106	Jakarta (HLP)	Batik Air	32A
19	21-Apr-19	1:05 PM	IW1246	Gunung Sitoli (GNS)	Wings Air	AT7
20	21-Apr-19	2:00 PM	GA165	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	738
21	21-Apr-19	2:20 PM	JT251	Jakarta (CGK)	Lion Air	738
22	21-Apr-19	2:30 PM	IW1761	Pekanbaru (PKU)	Wings Air	AT7
23	21-Apr-19	2:50 PM	JT145	Batam (BTH)	Lion Air	739
24	21-Apr-19	3:00 PM	SJ21	Jakarta (CGK)	Sriwijaya Air	738
25	21-Apr-19	3:35 PM	JT355	Jakarta (CGK)	Lion Air	739
26	21-Apr-19	4:05 PM	AK404	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	32S
27	21-Apr-19	4:15 PM	XN738	Bandung (BDO)	Express Air	733

No	Date	Time	Flight Number	To	Airline	Aircraft
28	21-Apr-19	4:40 PM	GA167	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	738
29	21-Apr-19	4:40 PM	IW1293	Jambi (DJB)	Wings Air	AT7
30	21-Apr-19	4:40 PM	IW1765	Bengkulu (BKS)	Wings Air	AT7
31	21-Apr-19	5:55 PM	ID7108	Jakarta (HLP)	Batik Air	32A
32	21-Apr-19	6:15 PM	QG957	Batam (BTH)	Citilink	A320 (PK-GLS)
33	21-Apr-19	7:00 PM	QG955	Jakarta (CGK)	Citilink	320
34	21-Apr-19	7:15 PM	JT270	Yogyakarta (JOG)	Lion Air	739
35	21-Apr-19	7:20 PM	IW1755	Palembang (PLM)	Wings Air	AT7
36	21-Apr-19	7:25 PM	QG47	Jakarta (HLP)	Citilink	A320 (PK-GQC)

No	Date	Time	Flight Number	To	Airline	Aircraft
1	22-Apr-19	6:00 AM	ID6572	Jakarta (CGK)	Batik Air	32A
2	22-Apr-19	6:00 AM	ID6811	Jakarta (CGK)	Batik Air	A320 (PK-LUV)
3	22-Apr-19	6:05 AM	GA161	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	B738 (PK-GNM)
4	22-Apr-19	7:01 AM	SJ23	Jakarta (CGK)	Sriwijaya Air	B738 (PK-CMJ)
5	22-Apr-19	8:15 AM	JT253	Jakarta (CGK)	Lion Air	B739 (PK-LGM)
6	22-Apr-19	8:20 AM	JT232	Batam (BTH)	Lion Air	B739 (PK-LGU)
7	22-Apr-19	8:25 AM	AK402	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	A20N (9M-AGJ)
8	22-Apr-19	9:00 AM	QG1941	Palembang (PLM)	Citilink	320
9	22-Apr-19	9:50 AM	QG953	Jakarta (CGK)	Citilink	A320 (PK-GQG)
10	22-Apr-19	10:20 AM	GA125	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	B738 (PK-GFI)
11	22-Apr-19	10:35 AM	JT353	Jakarta (CGK)	Lion Air	B739 (PK-LGZ)
12	22-Apr-19	11:10 AM	JT130	Medan (KNO)	Lion Air	B739 (PK-LPI)
13	22-Apr-19	11:10 AM	JT350	Medan (KNO)	Lion Air	B739 (PK-LGZ)
14	22-Apr-19	11:35 AM	AK407	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	A20N (9M-AGK)
15	22-Apr-19	11:35 AM	SJ20	Medan (KNO)	Sriwijaya Air	B738 (PK-CLT)
16	22-Apr-19	11:50 AM	GA149	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	B738 (PK-GNM)
17	22-Apr-19	12:40 PM	ID7106	Jakarta (HLP)	Batik Air	A320 (PK-LAL)
18	22-Apr-19	1:05 PM	IW1246	Gunung Sitoli (GNS)	Wings Air	AT75 (PK-WFT)
19	22-Apr-19	1:55 PM	GA7155	Batam (BTH)	Garuda Indonesia	AT76 (PK-GAF)
20	22-Apr-19	2:00 PM	GA165	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	B738 (PK-GME)
21	22-Apr-19	2:20 PM	JT251	Jakarta (CGK)	Lion Air	B739 (PK-LJZ)
22	22-Apr-19	2:30 PM	IW1761	Pekanbaru (PKU)	Wings Air	AT76 (PK-WGH)
23	22-Apr-19	2:50 PM	JT145	Batam (BTH)	Lion Air	B739 (PK-LPI)
24	22-Apr-19	3:00 PM	SJ21	Jakarta (CGK)	Sriwijaya Air	B738 (PK-CLT)
25	22-Apr-19	3:35 PM	JT355	Jakarta (CGK)	Lion Air	B739 (PK-LFU)
26	22-Apr-19	4:05 PM	AK404	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	A20N (9M-AGN)
27	22-Apr-19	4:15 PM	XN738	Bandung (BDO)	Express Air	733

No	Date	Time	Flight Number	To	Airline	Aircraft
28	22-Apr-19	4:40 PM	GA167	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	B738 (PK-GMK)
29	22-Apr-19	4:40 PM	IW1293	Jambi (DJB)	Wings Air	AT76 (PK-WGH)
30	22-Apr-19	4:40 PM	IW1765	Bengkulu (BKS)	Wings Air	AT76 (PK-WGU)
31	22-Apr-19	5:55 PM	ID7108	Jakarta (HLP)	Batik Air	A320 (PK-LUL)
32	22-Apr-19	6:15 PM	QG957	Batam (BTH)	Citilink	A320 (PK-GLS)
33	22-Apr-19	7:00 PM	QG955	Jakarta (CGK)	Citilink	320
34	22-Apr-19	7:15 PM	JT270	Yogyakarta (JOG)	Lion Air	B739 (PK-LHL)
35	22-Apr-19	7:20 PM	IW1755	Palembang (PLM)	Wings Air	AT76 (PK-WHO)
36	22-Apr-19	7:25 PM	QG47	Jakarta (HLP)	Citilink	A320 (PK-GQM)

No	Date	Time	Flight Number	To	Airline	Aircraft
1	23-Apr-19	6:00 AM	ID6572	Jakarta (CGK)	Batik Air	32A
2	23-Apr-19	6:00 AM	ID6811	Jakarta (CGK)	Batik Air	32A
3	23-Apr-19	6:05 AM	GA161	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	738
4	23-Apr-19	7:01 AM	SJ23	Jakarta (CGK)	Sriwijaya Air	738
5	23-Apr-19	8:15 AM	JT253	Jakarta (CGK)	Lion Air	739
6	23-Apr-19	8:20 AM	JT232	Batam (BTH)	Lion Air	739
7	23-Apr-19	8:25 AM	AK402	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	A320 (9M-RAG)
8	23-Apr-19	9:00 AM	QG1941	Palembang (PLM)	Citilink	320
9	23-Apr-19	9:50 AM	QG953	Jakarta (CGK)	Citilink	A320 (PK-GLT)
10	23-Apr-19	10:20 AM	GA125	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	738
11	23-Apr-19	10:35 AM	JT353	Jakarta (CGK)	Lion Air	739
12	23-Apr-19	11:10 AM	JT130	Medan (KNO)	Lion Air	739
13	23-Apr-19	11:10 AM	JT350	Medan (KNO)	Lion Air	738
14	23-Apr-19	11:35 AM	AK407	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	A20N (9M-AGD)
15	23-Apr-19	11:35 AM	SJ20	Medan (KNO)	Sriwijaya Air	738
16	23-Apr-19	11:50 AM	GA149	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	738
17	23-Apr-19	12:35 PM	GA261	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	CRK
18	23-Apr-19	12:40 PM	ID7106	Jakarta (HLP)	Batik Air	32A
19	23-Apr-19	1:05 PM	IW1246	Gunung Sitoli (GNS)	Wings Air	AT7
20	23-Apr-19	1:55 PM	GA7155	Batam (BTH)	Garuda Indonesia	AT7
21	23-Apr-19	2:00 PM	GA165	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	738
22	23-Apr-19	2:20 PM	JT251	Jakarta (CGK)	Lion Air	738
23	23-Apr-19	2:30 PM	IW1761	Pekanbaru (PKU)	Wings Air	AT7
24	23-Apr-19	2:50 PM	JT145	Batam (BTH)	Lion Air	739
25	23-Apr-19	3:00 PM	SJ21	Jakarta (CGK)	Sriwijaya Air	738
26	23-Apr-19	3:35 PM	JT355	Jakarta (CGK)	Lion Air	739
27	23-Apr-19	4:05 PM	AK404	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	32S

No	Date	Time	Flight Number	To	Airline	Aircraft
28	23-Apr-19	4:15 PM	XN738	Bandung (BDO)	Express Air	733
29	23-Apr-19	4:35 PM	JT259	Surabaya (SUB)	Lion Air	739
30	23-Apr-19	4:40 PM	GA167	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	738
31	23-Apr-19	4:40 PM	IW1293	Jambi (DJB)	Wings Air	AT7
32	23-Apr-19	4:40 PM	IW1765	Bengkulu (BKS)	Wings Air	AT7
33	23-Apr-19	5:55 PM	ID7108	Jakarta (HLP)	Batik Air	32A
34	23-Apr-19	6:15 PM	QG957	Batam (BTH)	Citilink	A320 (PK-GLS)
35	23-Apr-19	7:00 PM	QG955	Jakarta (CGK)	Citilink	320
36	23-Apr-19	7:20 PM	IW1755	Palembang (PLM)	Wings Air	AT7
37	23-Apr-19	7:25 PM	QG47	Jakarta (HLP)	Citilink	A320 (PK-GQE)

No	Date	Time	Flight Number	To	Airline	Aircraft
1	24-Apr-19	6:00 AM	ID6572	Jakarta (CGK)	Batik Air	32A
2	24-Apr-19	6:00 AM	ID6811	Jakarta (CGK)	Batik Air	32A
3	24-Apr-19	6:05 AM	GA161	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	738
4	24-Apr-19	7:00 AM	SJ23	Jakarta (CGK)	Sriwijaya Air	738
5	24-Apr-19	8:15 AM	JT253	Jakarta (CGK)	Lion Air	739
6	24-Apr-19	8:20 AM	JT232	Batam (BTH)	Lion Air	739
7	24-Apr-19	8:25 AM	AK402	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	320
8	24-Apr-19	8:50 AM	GA163	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	738
9	24-Apr-19	9:00 AM	QG1941	Palembang (PLM)	Citilink	AT76 (PK-GJS)
10	24-Apr-19	9:50 AM	QG953	Jakarta (CGK)	Citilink	A320 (PK-GQL)
11	24-Apr-19	10:35 AM	JT353	Jakarta (CGK)	Lion Air	739
12	24-Apr-19	11:10 AM	JT130	Medan (KNO)	Lion Air	739
13	24-Apr-19	11:10 AM	JT350	Medan (KNO)	Lion Air	738
14	24-Apr-19	11:35 AM	AK407	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	32S
15	24-Apr-19	11:35 AM	SJ20	Medan (KNO)	Sriwijaya Air	738
16	24-Apr-19	11:50 AM	GA149	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	738
17	24-Apr-19	12:40 PM	ID7106	Jakarta (HLP)	Batik Air	32A
18	24-Apr-19	1:05 PM	IW1246	Gunung Sitoli (GNS)	Wings Air	AT7
19	24-Apr-19	2:00 PM	GA165	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	738
20	24-Apr-19	2:20 PM	JT251	Jakarta (CGK)	Lion Air	739
21	24-Apr-19	2:30 PM	IW1761	Pekanbaru (PKU)	Wings Air	AT7
22	24-Apr-19	2:50 PM	JT145	Batam (BTH)	Lion Air	739
23	24-Apr-19	3:00 PM	SJ21	Jakarta (CGK)	Sriwijaya Air	738
24	24-Apr-19	3:35 PM	JT131	Jakarta (CGK)	Lion Air	739
25	24-Apr-19	3:35 PM	JT355	Jakarta (CGK)	Lion Air	739
26	24-Apr-19	4:00 PM	IW1293	Jambi (DJB)	Wings Air	AT7
27	24-Apr-19	4:05 PM	AK404	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	320

No	Date	Time	Flight Number	To	Airline	Aircraft
28	24-Apr-19	4:15 PM	XN738	Bandung (BDO)	Express Air	733
29	24-Apr-19	4:40 PM	GA167	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	738
30	24-Apr-19	4:40 PM	IW1765	Bengkulu (BKS)	Wings Air	AT7
31	24-Apr-19	5:50 PM	JT230	Medan (KNO)	Lion Air	739
32	24-Apr-19	5:50 PM	JT357	Jakarta (CGK)	Lion Air	739
33	24-Apr-19	5:55 PM	ID7108	Jakarta (HLP)	Batik Air	32A
34	24-Apr-19	6:15 PM	QG957	Batam (BTH)	Citilink	A320 (PK-GLS)
35	24-Apr-19	6:40 PM	GA169	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	738
36	24-Apr-19	7:00 PM	QG955	Jakarta (CGK)	Citilink	320
37	24-Apr-19	7:15 PM	JT270	Yogyakarta (JOG)	Lion Air	739
38	24-Apr-19	7:20 PM	IW1755	Palembang (PLM)	Wings Air	AT7
39	24-Apr-19	7:25 PM	QG47	Jakarta (HLP)	Citilink	A320 (PK-GQS)
40	24-Apr-19	8:20 PM	JT255	Jakarta (CGK)	Lion Air	739

No	Date	Time	Flight Number	To	Airline	Aircraft
1	25-Apr-19	6:00 AM	ID6572	Jakarta (CGK)	Batik Air	32A
2	25-Apr-19	6:00 AM	ID6811	Jakarta (CGK)	Batik Air	32A
3	25-Apr-19	6:05 AM	GA161	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	738
4	25-Apr-19	7:00 AM	SJ23	Jakarta (CGK)	Sriwijaya Air	738
5	25-Apr-19	8:15 AM	JT253	Jakarta (CGK)	Lion Air	739
6	25-Apr-19	8:20 AM	JT232	Batam (BTH)	Lion Air	739
7	25-Apr-19	8:25 AM	AK402	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	32S
8	25-Apr-19	8:50 AM	GA163	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	738
9	25-Apr-19	9:00 AM	QG1941	Palembang (PLM)	Citilink	AT76 (PK-GJS)
10	25-Apr-19	9:50 AM	QG953	Jakarta (CGK)	Citilink	A320 (PK-GLX)
11	25-Apr-19	10:35 AM	JT353	Jakarta (CGK)	Lion Air	739
12	25-Apr-19	11:10 AM	JT130	Medan (KNO)	Lion Air	739
13	25-Apr-19	11:10 AM	JT350	Medan (KNO)	Lion Air	738
14	25-Apr-19	11:35 AM	AK407	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	320
15	25-Apr-19	11:35 AM	SJ20	Medan (KNO)	Sriwijaya Air	738
16	25-Apr-19	11:50 AM	GA149	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	738
17	25-Apr-19	12:40 PM	ID7106	Jakarta (HLP)	Batik Air	32A
18	25-Apr-19	1:05 PM	IW1246	Gunung Sitoli (GNS)	Wings Air	AT7
19	25-Apr-19	1:55 PM	GA7155	Batam (BTH)	Garuda Indonesia	AT7
20	25-Apr-19	2:00 PM	GA165	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	738
21	25-Apr-19	2:20 PM	JT251	Jakarta (CGK)	Lion Air	739
22	25-Apr-19	2:30 PM	IW1761	Pekanbaru (PKU)	Wings Air	AT7
23	25-Apr-19	2:50 PM	JT145	Batam (BTH)	Lion Air	739
24	25-Apr-19	3:00 PM	SJ21	Jakarta (CGK)	Sriwijaya Air	738
25	25-Apr-19	3:35 PM	JT131	Jakarta (CGK)	Lion Air	739
26	25-Apr-19	3:35 PM	JT355	Jakarta (CGK)	Lion Air	739
27	25-Apr-19	4:00 PM	IW1293	Jambi (DJB)	Wings Air	AT7

No	Date	Time	Flight Number	To	Airline	Aircraft
28	25-Apr-19	4:05 PM	AK404	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	320
29	25-Apr-19	4:15 PM	XN738	Bandung (BDO)	Express Air	733
30	25-Apr-19	4:35 PM	JT259	Surabaya (SUB)	Lion Air	739
31	25-Apr-19	4:40 PM	GA167	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	738
32	25-Apr-19	4:40 PM	IW1765	Bengkulu (BKS)	Wings Air	AT7
33	25-Apr-19	5:50 PM	JT230	Medan (KNO)	Lion Air	739
34	25-Apr-19	5:50 PM	JT357	Jakarta (CGK)	Lion Air	739
35	25-Apr-19	5:55 PM	ID7108	Jakarta (HLP)	Batik Air	32A
36	25-Apr-19	6:15 PM	QG957	Batam (BTH)	Citilink	A320 (PK-GLS)
37	25-Apr-19	6:40 PM	GA169	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	738
38	25-Apr-19	7:00 PM	QG955	Jakarta (CGK)	Citilink	A320 (PK-GQE)
39	25-Apr-19	7:15 PM	JT270	Yogyakarta (JOG)	Lion Air	739
40	25-Apr-19	7:20 PM	IW1755	Palembang (PLM)	Wings Air	AT7
41	25-Apr-19	7:25 PM	QG47	Jakarta (HLP)	Citilink	A320 (PK-GLZ)
42	25-Apr-19	8:20 PM	JT255	Jakarta (CGK)	Lion Air	739

JADWAL KEDATANGAN PESAWAT PERIODE 19 – 25 APRIL 2019

No	Date	Time	Flight Number	From	Airline	Aircraft
1	19-Apr-19	7:55 AM	AK403	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	A320
2	19-Apr-19	8:05 AM	GA160	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	B738
3	19-Apr-19	8:20 AM	QG1940	Palembang (PLM)	Citilink	AT76
4	19-Apr-19	9:20 AM	QG952	Jakarta (CGK)	Citilink	A320
5	19-Apr-19	9:35 AM	GA124	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	B738
6	19-Apr-19	9:55 AM	JT350	Jakarta (CGK)	Lion Air	B739
7	19-Apr-19	10:25 AM	JT144	Batam (BTH)	Lion Air	B739
8	19-Apr-19	11:05 AM	GA148	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	B738
9	19-Apr-19	11:10 AM	AK406	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	A320
10	19-Apr-19	12:00 PM	ID6818	Jakarta (CGK)	Batik Air	A320
11	19-Apr-19	12:25 PM	SJ20	Jakarta (CGK)	Sriwijaya Air	B738
12	19-Apr-19	12:45 PM	IW1245	Gunung Sitoli (GNS)	Wings Air	AT75
13	19-Apr-19	1:15 PM	GA162	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	B738
14	19-Apr-19	1:40 PM	JT250	Jakarta (CGK)	Lion Air	B738
15	19-Apr-19	2:00 PM	IW1764	Bengkulu (BKS)	Wings Air	AT76
16	19-Apr-19	2:10 PM	JT131	Medan (KNO)	Lion Air	B739
17	19-Apr-19	2:35 PM	SJ21	Medan (KNO)	Sriwijaya Air	B738
18	19-Apr-19	2:55 PM	JT352	Jakarta (CGK)	Lion Air	B739
19	19-Apr-19	3:35 PM	IW1292	Jambi (DJB)	Wings Air	AT75
20	19-Apr-19	3:35 PM	XN739	Bandung (BDO)	Express Air	B735
21	19-Apr-19	3:40 PM	AK405	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	A20N
22	19-Apr-19	3:55 PM	GA164	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	B738
23	19-Apr-19	4:05 PM	JT229	Batam (BTH)	Lion Air	B739

No	Date	Time	Flight Number	From	Airline	Aircraft
24	19-Apr-19	4:15 PM	IW1760	Pekanbaru (PKU)	Wings Air	AT75
25	19-Apr-19	5:15 PM	JT231	Medan (KNO)	Lion Air	B739
26	19-Apr-19	5:15 PM	ID7109	Jakarta (HLP)	Batik Air	A320
27	19-Apr-19	5:45 PM	QG956	Batam (BTH)	Citilink	A320
28	19-Apr-19	6:10 PM	QG954	Jakarta (CGK)	Citilink	A320
29	19-Apr-19	6:55 PM	IW1754	Palembang (PLM)	Wings Air	AT76
30	19-Apr-19	6:55 PM	QG46	Jakarta (HLP)	Citilink	A320
31	19-Apr-19	8:40 PM	ID7107	Jakarta (HLP)	Batik Air	A320
32	19-Apr-19	9:35 PM	SJ22	Jakarta (CGK)	Sriwijaya Air	B738
33	19-Apr-19	9:50 PM	GA168	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	B738
34	19-Apr-19	10:05 PM	JT356	Jakarta (CGK)	Lion Air	B739
35	19-Apr-19	10:50 PM	JT271	Yogyakarta (JOG)	Lion Air	B739

No	Date	Time	Flight Number	From	Airline	Aircraft
1	20-Apr-19	7:55 AM	AK403	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	A320
2	20-Apr-19	8:20 AM	QG1940	Palembang (PLM)	Citilink	AT76
3	20-Apr-19	9:20 AM	QG952	Jakarta (CGK)	Citilink	A320
4	20-Apr-19	9:55 AM	JT350	Jakarta (CGK)	Lion Air	BB739
5	20-Apr-19	10:25 AM	JT144	Batam (BTH)	Lion Air	BB739
6	20-Apr-19	10:55 AM	SJ20	Jakarta (CGK)	Sriwijaya Air	BB738
7	20-Apr-19	11:05 AM	GA148	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	BB738
8	20-Apr-19	11:05 AM	GA962	Palembang (PLM)	Garuda Indonesia	A333
9	20-Apr-19	11:10 AM	AK406	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	A20N
10	20-Apr-19	11:55 AM	GA261	Gunung Sitoli (GNS)	Garuda Indonesia	CRJX
11	20-Apr-19	12:00 PM	ID6818	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	CRJX
12	20-Apr-19	12:45 PM	IW1245	Gunung Sitoli (GNS)	Wings Air	AT76
13	20-Apr-19	1:15 PM	GA162	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	BB738
14	20-Apr-19	1:15 PM	GA7154	Batam (BTH)	Garuda Indonesia	AT76
15	20-Apr-19	1:40 PM	JT250	Jakarta (CGK)	Lion Air	BB738
16	20-Apr-19	2:00 PM	IW1764	Bengkulu (BKS)	Wings Air	AT76
17	20-Apr-19	2:10 PM	JT131	Medan (KNO)	Lion Air	BB739
18	20-Apr-19	2:35 PM	SJ21	Medan (KNO)	Sriwijaya Air	BB738
19	20-Apr-19	2:55 PM	JT352	Jakarta (CGK)	Lion Air	BB739
20	20-Apr-19	3:35 PM	IW1292	Jambi (DJB)	Wings Air	AT76
21	20-Apr-19	3:35 PM	XNB739	Bandung (BDO)	Express Air	BB733
22	20-Apr-19	3:40 PM	AK405	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	A20N
23	20-Apr-19	3:55 PM	GA164	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	BB738
24	20-Apr-19	3:55 PM	JT258	Surabaya (SUB)	Lion Air	BB739
25	20-Apr-19	4:05 PM	JT229	Batam (BTH)	Lion Air	BB739
26	20-Apr-19	4:15 PM	IW1760	Pekanbaru (PKU)	Wings Air	AT76
27	20-Apr-19	5:15 PM	ID7109	Jakarta (HLP)	Batik Air	A320

No	Date	Time	Flight Number	From	Airline	Aircraft
28	20-Apr-19	5:45 PM	QG956	Batam (BTH)	Citilink	A320
29	20-Apr-19	6:10 PM	QG954	Jakarta (CGK)	Citilink	A320
30	20-Apr-19	6:55 PM	IW1754	Palembang (PLM)	Wings Air	AT76
31	20-Apr-19	6:55 PM	QG46	Jakarta (HLP)	Citilink	A320
32	20-Apr-19	8:40 PM	ID7107	Jakarta (HLP)	Batik Air	A320
33	20-Apr-19	9:35 PM	SJ22	Jakarta (CGK)	Sriwijaya Air	BB738
34	20-Apr-19	9:50 PM	GA168	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	BB738
35	20-Apr-19	10:05 PM	JT356	Jakarta (CGK)	Lion Air	BB739

No	Date	Time	Flight Number	From	Airline	Aircraft
1	21-Apr-19	7:55 AM	AK403	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	A320
2	21-Apr-19	8:20 AM	QG1940	Palembang (PLM)	Citilink	AT76
3	21-Apr-19	9:05 AM	GA963	Jeddah (JED)	Garuda Indonesia	A333
4	21-Apr-19	9:20 AM	JT81	Jeddah (JED)	Lion Air	A333
5	21-Apr-19	9:20 AM	QG952	Jakarta (CGK)	Citilink	A320
6	21-Apr-19	9:35 AM	GA124	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	B738
7	21-Apr-19	9:55 AM	JT350	Jakarta (CGK)	Lion Air	B739
8	21-Apr-19	10:25 AM	JT144	Batam (BTH)	Lion Air	B739
9	21-Apr-19	10:55 AM	SJ20	Jakarta (CGK)	Sriwijaya Air	B738
10	21-Apr-19	11:05 AM	GA148	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	B738
11	21-Apr-19	11:10 AM	AK406	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	A20N
12	21-Apr-19	12:00 PM	ID6818	Jakarta (CGK)	Batik Air	32A
13	21-Apr-19	12:45 PM	IW1245	Gunung Sitoli (GNS)	Wings Air	AT7
14	21-Apr-19	1:15 PM	GA162	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	B738
15	21-Apr-19	1:40 PM	JT250	Jakarta (CGK)	Lion Air	B738
16	21-Apr-19	2:00 PM	IW1764	Bengkulu (BKS)	Wings Air	AT7
17	21-Apr-19	2:10 PM	JT131	Medan (KNO)	Lion Air	B739
18	21-Apr-19	2:35 PM	SJ21	Medan (KNO)	Sriwijaya Air	B738
19	21-Apr-19	2:55 PM	JT352	Jakarta (CGK)	Lion Air	B739
20	21-Apr-19	3:35 PM	XNB739	Bandung (BDO)	Express Air	B733
21	21-Apr-19	3:40 PM	AK405	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	320
22	21-Apr-19	3:55 PM	GA164	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	B738
23	21-Apr-19	4:05 PM	JT229	Batam (BTH)	Lion Air	B739
24	21-Apr-19	4:15 PM	IW1760	Pekanbaru (PKU)	Wings Air	AT7
25	21-Apr-19	4:20 PM	IW1292	Jambi (DJB)	Wings Air	AT7
26	21-Apr-19	5:15 PM	ID7109	Jakarta (HLP)	Batik Air	32A
27	21-Apr-19	5:40 PM	QG956	Batam (BTH)	Citilink	A320

No	Date	Time	Flight Number	From	Airline	Aircraft
28	21-Apr-19	6:10 PM	QG954	Jakarta (CGK)	Citilink	320
29	21-Apr-19	6:55 PM	IW1754	Palembang (PLM)	Wings Air	AT7
30	21-Apr-19	6:55 PM	QG46	Jakarta (HLP)	Citilink	A320
31	21-Apr-19	8:40 PM	ID7107	Jakarta (HLP)	Batik Air	A320
32	21-Apr-19	9:35 PM	SJ22	Jakarta (CGK)	Sriwijaya Air	B738
33	21-Apr-19	9:50 PM	GA168	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	B738
34	21-Apr-19	10:05 PM	JT356	Jakarta (CGK)	Lion Air	B739
35	21-Apr-19	11:50 PM	JT271	Yogyakarta (JOG)	Lion Air	B739

No	Date	Time	Flight Number	From	Airline	Aircraft
1	22-Apr-19	7:55 AM	AK403	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	A20N
2	22-Apr-19	8:20 AM	QG1940	Palembang (PLM)	Citilink	320
3	22-Apr-19	9:20 AM	QG952	Jakarta (CGK)	Citilink	A320
4	22-Apr-19	9:35 AM	GA124	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	BB738
5	22-Apr-19	9:55 AM	JT350	Jakarta (CGK)	Lion Air	BB739
6	22-Apr-19	10:25 AM	JT144	Batam (BTH)	Lion Air	BB739
7	22-Apr-19	10:55 AM	SJ20	Jakarta (CGK)	Sriwijaya Air	BB738
8	22-Apr-19	11:05 AM	GA148	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	BB738
9	22-Apr-19	11:10 AM	AK406	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	A20N
10	22-Apr-19	12:00 PM	ID6818	Jakarta (CGK)	Batik Air	A320
11	22-Apr-19	12:45 PM	IW1245	Gunung Sitoli (GNS)	Wings Air	AT75
12	22-Apr-19	1:15 PM	GA162	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	BB738
13	22-Apr-19	1:15 PM	GA7154	Batam (BTH)	Garuda Indonesia	AT76
14	22-Apr-19	1:40 PM	JT250	Jakarta (CGK)	Lion Air	BB739
15	22-Apr-19	2:00 PM	IW1764	Bengkulu (BKS)	Wings Air	AT76
16	22-Apr-19	2:10 PM	JT131	Medan (KNO)	Lion Air	BB739
17	22-Apr-19	2:35 PM	SJ21	Medan (KNO)	Sriwijaya Air	BB738
18	22-Apr-19	2:55 PM	JT352	Jakarta (CGK)	Lion Air	BB739
19	22-Apr-19	3:35 PM	IW1292	Jambi (DJB)	Wings Air	AT76
20	22-Apr-19	3:35 PM	XNB739	Bandung (BDO)	Express Air	BB733
21	22-Apr-19	3:40 PM	AK405	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	A20N
22	22-Apr-19	3:55 PM	GA164	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	BB738
23	22-Apr-19	4:05 PM	JT229	Batam (BTH)	Lion Air	BB739
24	22-Apr-19	4:15 PM	IW1760	Pekanbaru (PKU)	Wings Air	AT76
25	22-Apr-19	5:15 PM	ID7109	Jakarta (HLP)	Batik Air	A320
26	22-Apr-19	5:45 PM	QG956	Batam (BTH)	Citilink	A320
27	22-Apr-19	6:10 PM	QG954	Jakarta (CGK)	Citilink	A320

No	Date	Time	Flight Number	From	Airline	Aircraft
28	22-Apr-19	6:55 PM	IW1754	Palembang (PLM)	Wings Air	AT76
29	22-Apr-19	6:55 PM	QG46	Jakarta (HLP)	Citilink	A320
30	22-Apr-19	8:40 PM	ID7107	Jakarta (HLP)	Batik Air	A320
31	22-Apr-19	9:35 PM	SJ22	Jakarta (CGK)	Sriwijaya Air	BB738
32	22-Apr-19	9:50 PM	GA168	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	BB738
33	22-Apr-19	10:05 PM	JT356	Jakarta (CGK)	Lion Air	BB739
34	22-Apr-19	10:50 PM	JT271	Yogyakarta (JOG)	Lion Air	BB739

No	Date	Time	Flight Number	From	Airline	Aircraft
1	23-Apr-19	7:55 AM	AK403	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	A320
2	23-Apr-19	8:20 AM	QG1940	Palembang (PLM)	Citilink	A320
3	23-Apr-19	9:20 AM	QG952	Jakarta (CGK)	Citilink	A320
4	23-Apr-19	9:55 AM	JT350	Jakarta (CGK)	Lion Air	B739
5	23-Apr-19	10:05 AM	GA124	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	B738
6	23-Apr-19	10:25 AM	JT144	Batam (BTH)	Lion Air	B739
7	23-Apr-19	10:55 AM	SJ20	Jakarta (CGK)	Sriwijaya Air	B738
8	23-Apr-19	11:05 AM	GA148	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	B738
9	23-Apr-19	11:10 AM	AK406	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	A20N
10	23-Apr-19	11:55 AM	GA261	Gunung Sitoli (GNS)	Garuda Indonesia	CRK
11	23-Apr-19	12:00 PM	ID6818	Jakarta (CGK)	Batik Air	A32
12	23-Apr-19	12:45 PM	IW1245	Gunung Sitoli (GNS)	Wings Air	AT7
13	23-Apr-19	1:15 PM	GA162	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	B738
14	23-Apr-19	1:15 PM	GA7154	Batam (BTH)	Garuda Indonesia	AT76
15	23-Apr-19	1:40 PM	JT250	Jakarta (CGK)	Lion Air	B738
16	23-Apr-19	2:00 PM	IW1764	Bengkulu (BKS)	Wings Air	AT76
17	23-Apr-19	2:10 PM	JT131	Medan (KNO)	Lion Air	B739
18	23-Apr-19	2:35 PM	SJ21	Medan (KNO)	Sriwijaya Air	B738
19	23-Apr-19	2:55 PM	JT352	Jakarta (CGK)	Lion Air	B739
20	23-Apr-19	3:35 PM	XNB739	Bandung (BDO)	Express Air	B733
21	23-Apr-19	3:40 PM	AK405	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	32S
22	23-Apr-19	3:55 PM	GA164	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	B738
23	23-Apr-19	3:55 PM	JT258	Surabaya (SUB)	Lion Air	B739
24	23-Apr-19	4:05 PM	JT229	Batam (BTH)	Lion Air	B739
25	23-Apr-19	4:15 PM	IW1760	Pekanbaru (PKU)	Wings Air	AT7
26	23-Apr-19	4:20 PM	IW1292	Jambi (DJB)	Wings Air	AT7
27	23-Apr-19	5:15 PM	ID7109	Jakarta (HLP)	Batik Air	32A

No	Date	Time	Flight Number	From	Airline	Aircraft
28	23-Apr-19	5:45 PM	QG956	Batam (BTH)	Citilink	A320
29	23-Apr-19	6:10 PM	QG954	Jakarta (CGK)	Citilink	320
30	23-Apr-19	6:55 PM	IW1754	Palembang (PLM)	Wings Air	AT7
31	23-Apr-19	6:55 PM	QG46	Jakarta (HLP)	Citilink	A320
32	23-Apr-19	8:40 PM	ID7107	Jakarta (HLP)	Batik Air	32A
33	23-Apr-19	9:35 PM	SJ22	Jakarta (CGK)	Sriwijaya Air	B738
34	23-Apr-19	9:50 PM	GA168	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	B738
35	23-Apr-19	10:05 PM	JT356	Jakarta (CGK)	Lion Air	B739

No	Date	Time	Flight Number	From	Airline	Aircraft
1	24-Apr-19	7:55 AM	AK403	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	320
2	24-Apr-19	8:05 AM	GA160	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	738
3	24-Apr-19	8:20 AM	QG1940	Palembang (PLM)	Citilink	AT76
4	24-Apr-19	9:20 AM	QG952	Jakarta (CGK)	Citilink	A320
5	24-Apr-19	9:55 AM	JT350	Jakarta (CGK)	Lion Air	739
6	24-Apr-19	10:25 AM	JT144	Batam (BTH)	Lion Air	739
7	24-Apr-19	10:55 AM	SJ20	Jakarta (CGK)	Sriwijaya Air	738
8	24-Apr-19	11:05 AM	GA148	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	738
9	24-Apr-19	11:10 AM	AK406	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	32S
10	24-Apr-19	12:00 PM	ID6818	Jakarta (CGK)	Batik Air	32A
11	24-Apr-19	12:45 PM	IW1245	Gunung Sitoli (GNS)	Wings Air	AT7
12	24-Apr-19	1:15 PM	GA162	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	738
13	24-Apr-19	1:40 PM	JT250	Jakarta (CGK)	Lion Air	739
14	24-Apr-19	2:00 PM	IW1764	Bengkulu (BKS)	Wings Air	AT7
15	24-Apr-19	2:10 PM	JT131	Medan (KNO)	Lion Air	739
16	24-Apr-19	2:35 PM	SJ21	Medan (KNO)	Sriwijaya Air	738
17	24-Apr-19	2:55 PM	JT352	Jakarta (CGK)	Lion Air	739
18	24-Apr-19	3:35 PM	IW1292	Jambi (DJB)	Wings Air	AT7
19	24-Apr-19	3:35 PM	XN739	Bandung (BDO)	Express Air	733
20	24-Apr-19	3:40 PM	AK405	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	320
21	24-Apr-19	3:55 PM	GA164	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	738
22	24-Apr-19	4:05 PM	JT229	Batam (BTH)	Lion Air	739
23	24-Apr-19	4:15 PM	IW1760	Pekanbaru (PKU)	Wings Air	AT7
24	24-Apr-19	5:10 PM	JT354	Jakarta (CGK)	Lion Air	739
25	24-Apr-19	5:15 PM	ID7109	Jakarta (HLP)	Batik Air	32A
26	24-Apr-19	5:15 PM	JT231	Medan (KNO)	Lion Air	739
27	24-Apr-19	5:40 PM	QG956	Batam (BTH)	Citilink	A320

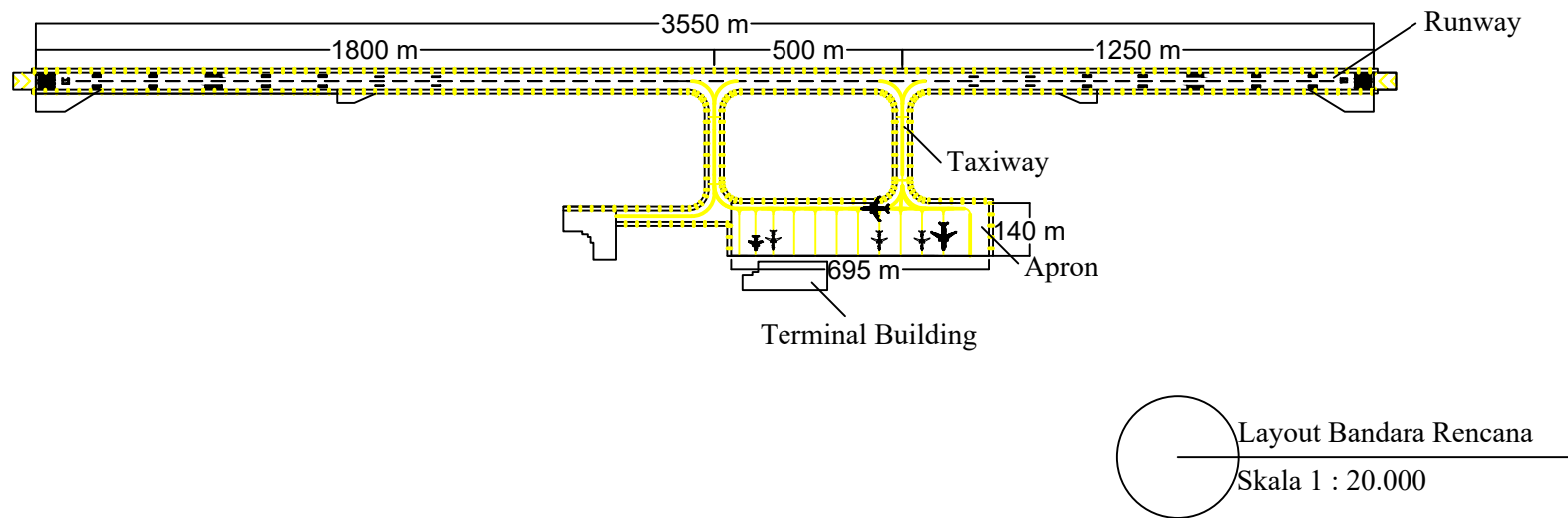
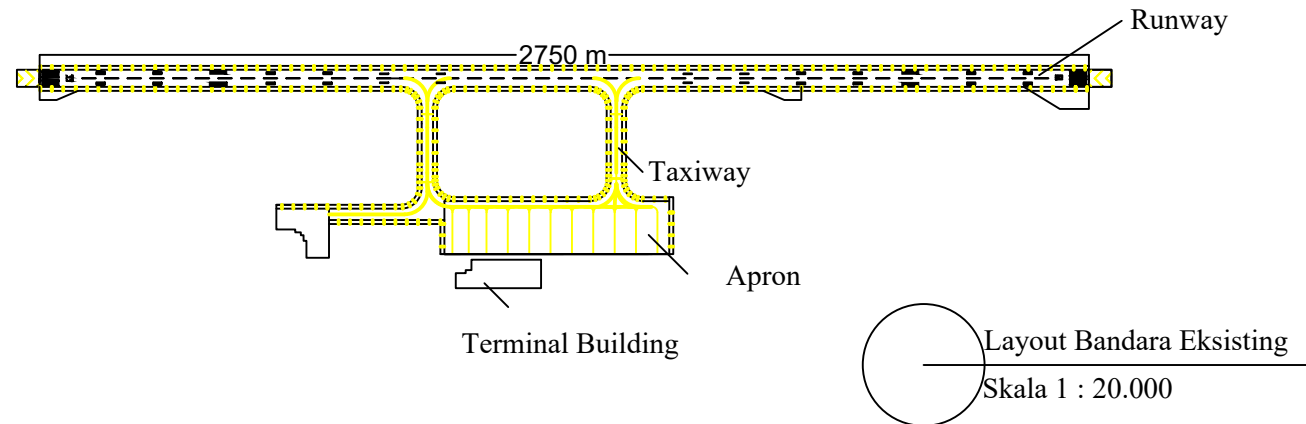
No	Date	Time	Flight Number	From	Airline	Aircraft
28	24-Apr-19	5:55 PM	GA166	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	738
29	24-Apr-19	6:10 PM	QG954	Jakarta (CGK)	Citilink	320
30	24-Apr-19	6:55 PM	IW1754	Palembang (PLM)	Wings Air	AT7
31	24-Apr-19	6:55 PM	QG46	Jakarta (HLP)	Citilink	A320
32	24-Apr-19	7:40 PM	JT254	Jakarta (CGK)	Lion Air	739
33	24-Apr-19	8:40 PM	ID7107	Jakarta (HLP)	Batik Air	32A
34	24-Apr-19	9:35 PM	SJ22	Jakarta (CGK)	Sriwijaya Air	738
35	24-Apr-19	9:50 PM	GA168	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	738
36	24-Apr-19	10:05 PM	JT356	Jakarta (CGK)	Lion Air	739
37	24-Apr-19	11:50 PM	JT271	Yogyakarta (JOG)	Lion Air	739

No	Date	Time	Flight Number	From	Airline	Aircraft
1	25-Apr-19	7:55 AM	AK403	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	32S
2	25-Apr-19	8:05 AM	GA160	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	738
3	25-Apr-19	8:20 AM	QG1940	Palembang (PLM)	Citilink	AT76
4	25-Apr-19	9:20 AM	QG952	Jakarta (CGK)	Citilink	A320
5	25-Apr-19	9:55 AM	JT350	Jakarta (CGK)	Lion Air	739
6	25-Apr-19	10:25 AM	JT144	Batam (BTH)	Lion Air	739
7	25-Apr-19	10:55 AM	SJ20	Jakarta (CGK)	Sriwijaya Air	738
8	25-Apr-19	11:05 AM	GA148	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	738
9	25-Apr-19	11:10 AM	AK406	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	32S
10	25-Apr-19	12:00 PM	ID6818	Jakarta (CGK)	Batik Air	32A
11	25-Apr-19	12:45 PM	IW1245	Gunung Sitoli (GNS)	Wings Air	AT7
12	25-Apr-19	1:15 PM	GA162	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	738
13	25-Apr-19	1:15 PM	GA7154	Batam (BTH)	Garuda Indonesia	AT7
14	25-Apr-19	1:40 PM	JT250	Jakarta (CGK)	Lion Air	739
15	25-Apr-19	2:00 PM	IW1764	Bengkulu (BKS)	Wings Air	AT7
16	25-Apr-19	2:10 PM	JT131	Medan (KNO)	Lion Air	739
17	25-Apr-19	2:35 PM	SJ21	Medan (KNO)	Sriwijaya Air	738
18	25-Apr-19	2:55 PM	JT352	Jakarta (CGK)	Lion Air	739
19	25-Apr-19	3:35 PM	IW1292	Jambi (DJB)	Wings Air	AT7
20	25-Apr-19	3:35 PM	XN739	Bandung (BDO)	Express Air	733
21	25-Apr-19	3:40 PM	AK405	Kuala Lumpur (KUL)	AirAsia	320
22	25-Apr-19	3:55 PM	GA164	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	738
23	25-Apr-19	3:55 PM	JT258	Surabaya (SUB)	Lion Air	739
24	25-Apr-19	4:05 PM	JT229	Batam (BTH)	Lion Air	739
25	25-Apr-19	4:15 PM	IW1760	Pekanbaru (PKU)	Wings Air	AT7
26	25-Apr-19	5:10 PM	JT354	Jakarta (CGK)	Lion Air	739
27	25-Apr-19	5:15 PM	JT231	Medan (KNO)	Lion Air	739

No	Date	Time	Flight Number	From	Airline	Aircraft
28	25-Apr-19	5:15 PM	ID7109	Jakarta (HLP)	Batik Air	32A
29	25-Apr-19	5:40 PM	QG956	Batam (BTH)	Citilink	A320
30	25-Apr-19	5:55 PM	GA166	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	738
31	25-Apr-19	6:10 PM	QG954	Jakarta (CGK)	Citilink	A320
32	25-Apr-19	6:55 PM	IW1754	Palembang (PLM)	Wings Air	AT7
33	25-Apr-19	6:55 PM	QG46	Jakarta (HLP)	Citilink	A320
34	25-Apr-19	7:40 PM	JT254	Jakarta (CGK)	Lion Air	739
35	25-Apr-19	8:40 PM	ID7107	Jakarta (HLP)	Batik Air	32A
36	25-Apr-19	9:35 PM	SJ22	Jakarta (CGK)	Sriwijaya Air	738
37	25-Apr-19	9:50 PM	GA168	Jakarta (CGK)	Garuda Indonesia	738
38	25-Apr-19	10:05 PM	JT356	Jakarta (CGK)	Lion Air	739

DATA ANGKUTAN UDARA MENURUT TIPE PESAWAT (DAU-06)
PADANG - MINANGKABAU (PDG)
TANGGAL 2019-01-01 s/d 2019-02-27
PENERBANGAN DOMESTIK & INTERNASIONAL
ALL TERMINAL

NO	TIPE PESAWAT	PESAWAT		
		DTG	BRK	JML (3+4)
1	2	3	4	5
1	AIRBUS 320 200	459	460	919
2	BOEING 737 800	411	412	823
3	BOEING 737-900ER	240	241	481
4	BOEING 737 900ER	181	182	363
5	ATR 72 600	91	92	183
6	ATR 72 500	69	69	138
7	ATR 600	58	58	116
8	AIRBUS 320-200	53	53	106
9	BOEING 737 MAX 8	31	31	62
10	CESSNA	26	28	54
11	BOEING 737 500	26	26	52
12	BOMBARDIER CRJ 1000 (ER)	24	24	48
13	BOEING 737	21	21	42
14	BOEING 738	18	18	36
15	BOEING 737 900	18	18	36
16	AIRBUS 330 300	15	15	30
17	BOEING 738 800	14	15	29
18	ATR 500	12	12	24
19	AIRBUS 320 251N	8	8	16
20	AIRBUS 330 200	5	5	10
21	AIRBUS 332 300	4	4	8
22	AIRBUS 320 232	3	3	6
23	SIKORSKY 76 -	2	2	4
24	G150	2	2	4
25	AIRBUS 330	2	2	4
26	72 600	2	2	4
27	AIRBUS 320	2	2	4
28	caravan c208	1	1	2
29	LINEAGE	1	1	2
30	AIRBUS HELICOPTER 350 -	1	1	2
31	GULFSTREAM G550	1	1	2
32	RAYTHEON 1900D	1	1	2
33	BEECHCRAFT 400	1	1	2
34	CESSNA 208	1	1	2
35	GULFSTREAM IV SP	1	1	2
36	BELL 407	1	1	2
37	GLEX	1	1	2
38	EMBRAER 135	1	1	2
39	HAWKER 900XP	0	1	1
	TOTAL	1808	1817	3625





JURUSAN TEKNIK SIPIL
FTSLK - ITS
SURABAYA

NAMA TUGAS

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Ir. ERVINA
AHYUDANARI, ME.,
Ph.D

NAMA & NRP
MAHASISWA

M. REZKY RIDWAN
0311154000006

NAMA GAMBAR

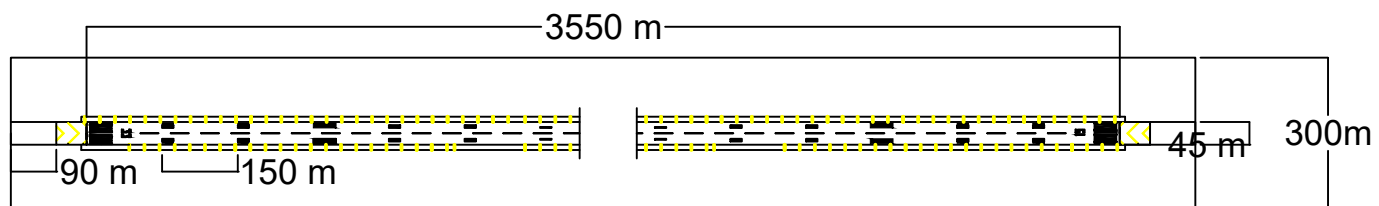
LAYOUT RUNWAY

SKALA

1:15000

NO. GAMBAR

2



Layout Runway
Skala 1 : 15.000



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FTSLK - ITS
SURABAYA

NAMA TUGAS

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Ir. ERVINA
AHYUDANARI, ME.,
Ph.D

NAMA & NRP
MAHASISWA

M. REZKY RIDWAN
0311154000006

NAMA GAMBAR

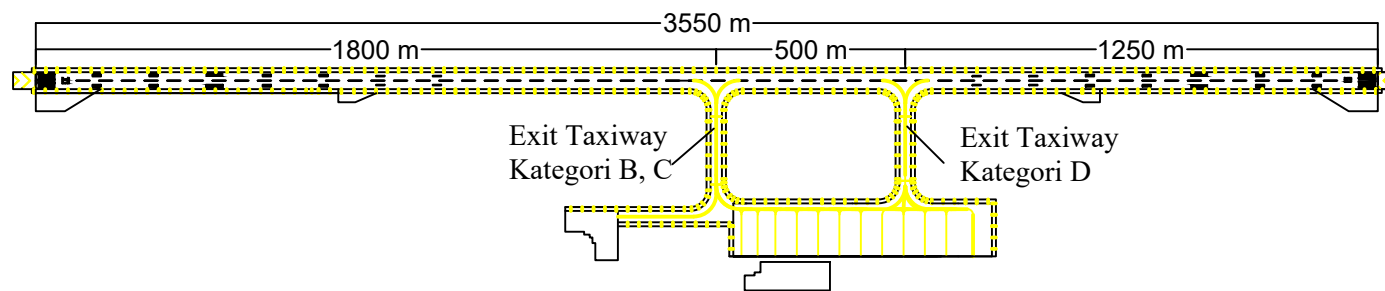
LAYOUT TAXIWAY
DAN EXIT TAXIWAY

SKALA

1:20000

NO. GAMBAR

3



Layout Taxiway
Skala 1 : 20.000



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FTSLK - ITS
SURABAYA

NAMA TUGAS

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Ir. ERVINA
AHYUDANARI, ME.,
Ph.D

NAMA & NRP
MAHASISWA

M. REZKY RIDWAN
0311154000006

NAMA GAMBAR

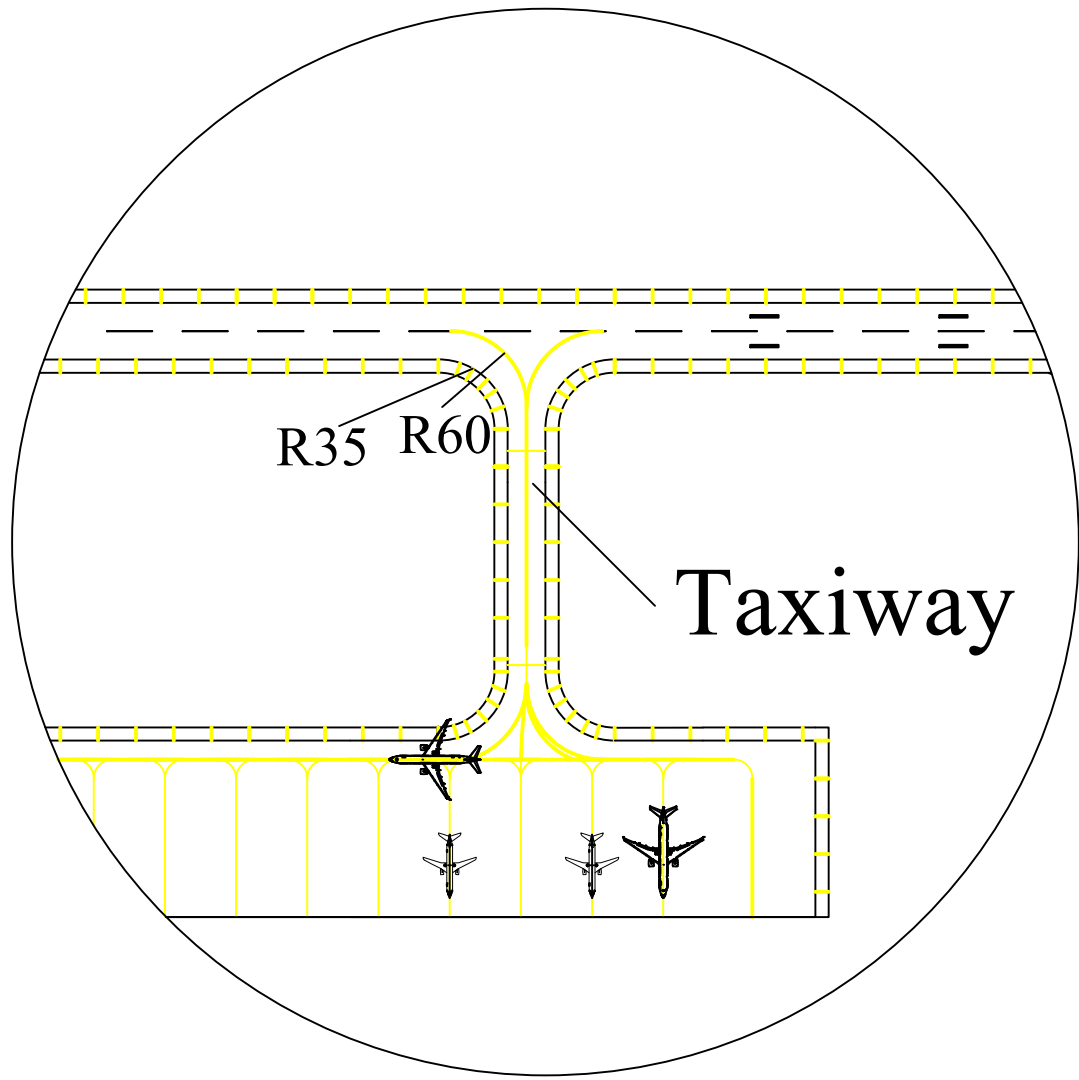
DIMENSI
TAXIWAY DAN
EXIT TAXIWAY

SKALA

1:6000

NO. GAMBAR

4



Dimensi Taxiway dan Exit
Taxiway
Skala 1 : 6.000



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FTSLK - ITS
SURABAYA

NAMA TUGAS

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Ir. ERVINA
AHYUDANARI, ME.,
Ph.D

NAMA & NRP
MAHASISWA

M. REZKY RIDWAN
0311154000006

NAMA GAMBAR

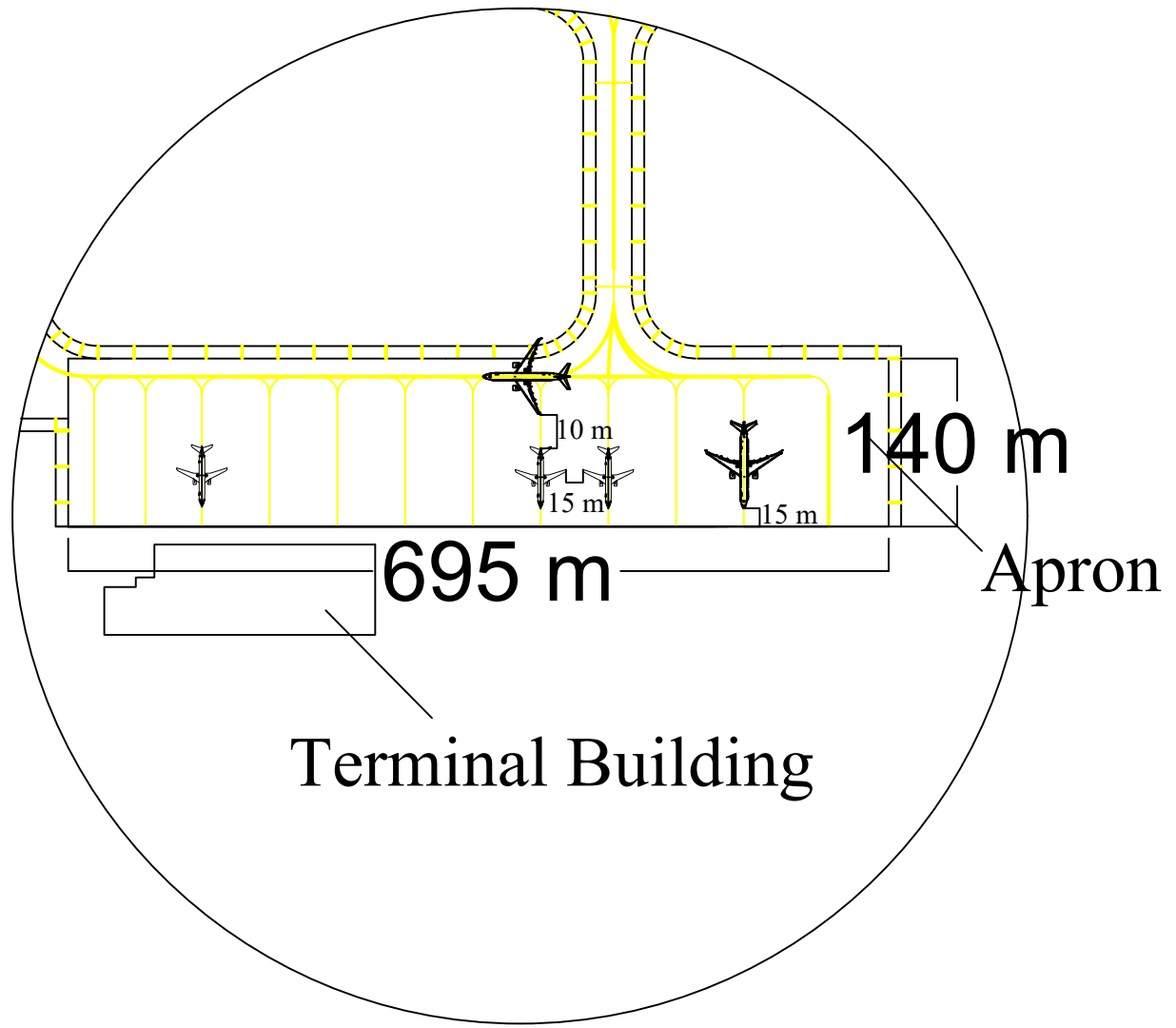
DETAIL
APRON

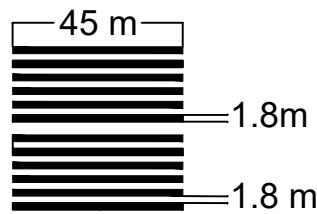
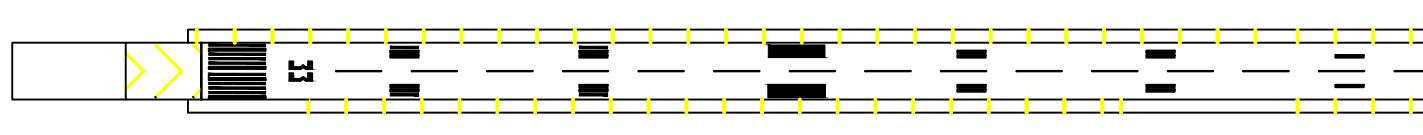
SKALA

1:6000

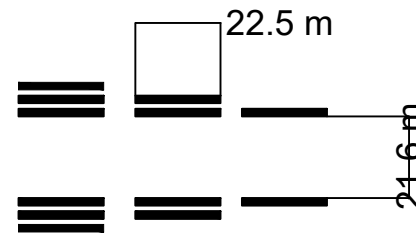
NO. GAMBAR

5

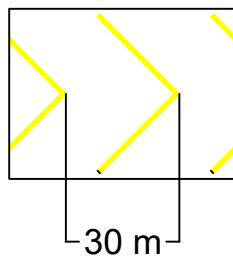




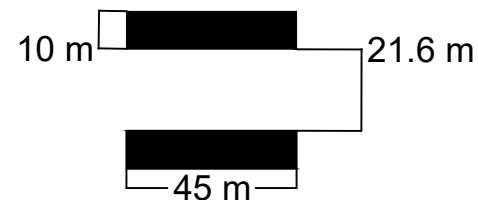
Threshold Marking



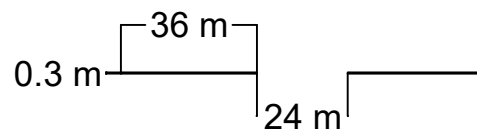
Touchdown Zone Marking



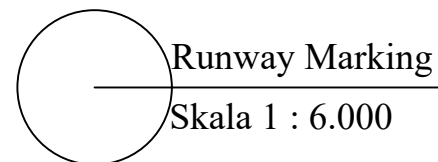
Blastpad/Stopway



Aiming Point Marking



Runway Center line





JURUSAN TEKNIK SIPIL
FTSLK - ITS
SURABAYA

NAMA TUGAS

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Ir. ERVINA
AHYUDANARI, ME.,
Ph.D

NAMA & NRP
MAHASISWA

M. REZKY RIDWAN
0311154000006

NAMA GAMBAR

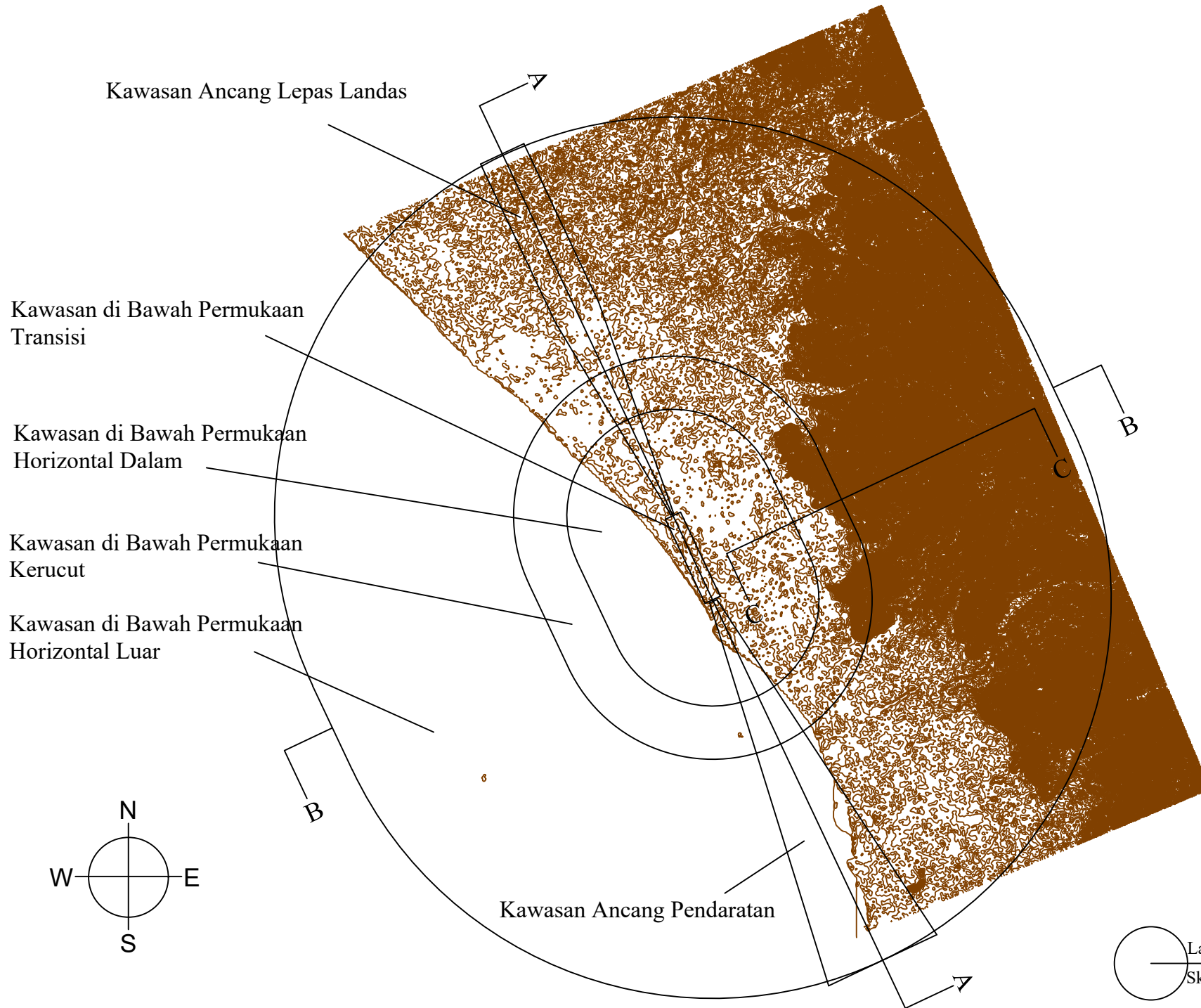
KKOP

SKALA

1:200000

NO. GAMBAR

7





JURUSAN TEKNIK SIPIL
FTSLK - ITS
SURABAYA

NAMA TUGAS

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Ir. ERVINA
AHYUDANARI, ME.,
Ph.D

NAMA & NRP
MAHASISWA

M. REZKY RIDWAN
0311154000006

NAMA GAMBAR

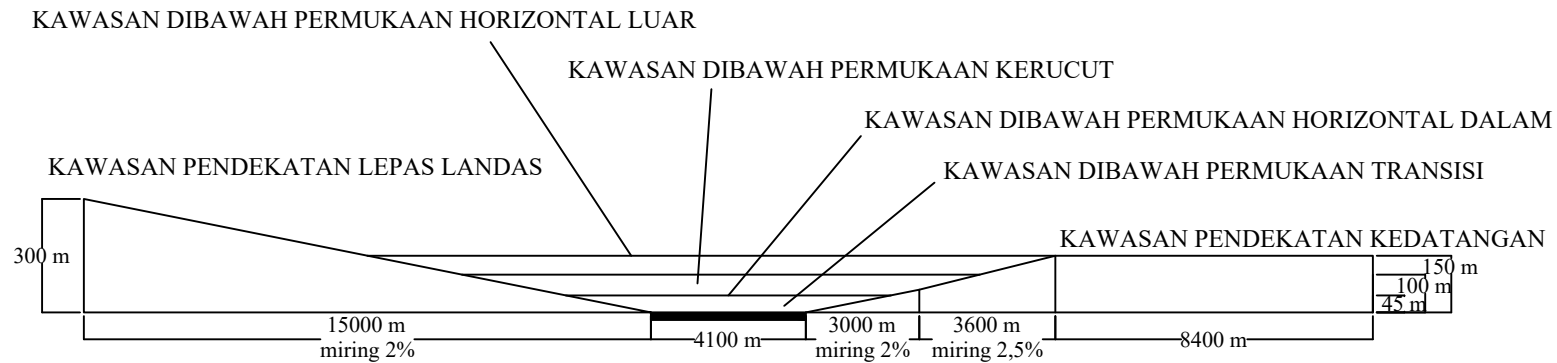
KKOP

SKALA

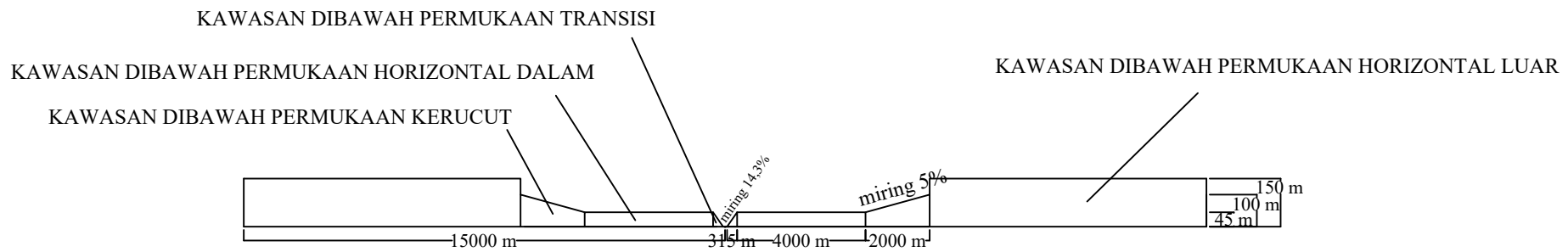
1:200000
1:20000

NO. GAMBAR

8



Potongan A-A
Skala 1 : 20.000



Potongan B-B
Skala 1 : 20.000



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FTSLK - ITS
SURABAYA

NAMA TUGAS

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Ir. ERVINA
AHYUDANARI, ME.,
Ph.D

NAMA & NRP
MAHASISWA

M. REZKY RIDWAN
0311154000006

NAMA GAMBAR

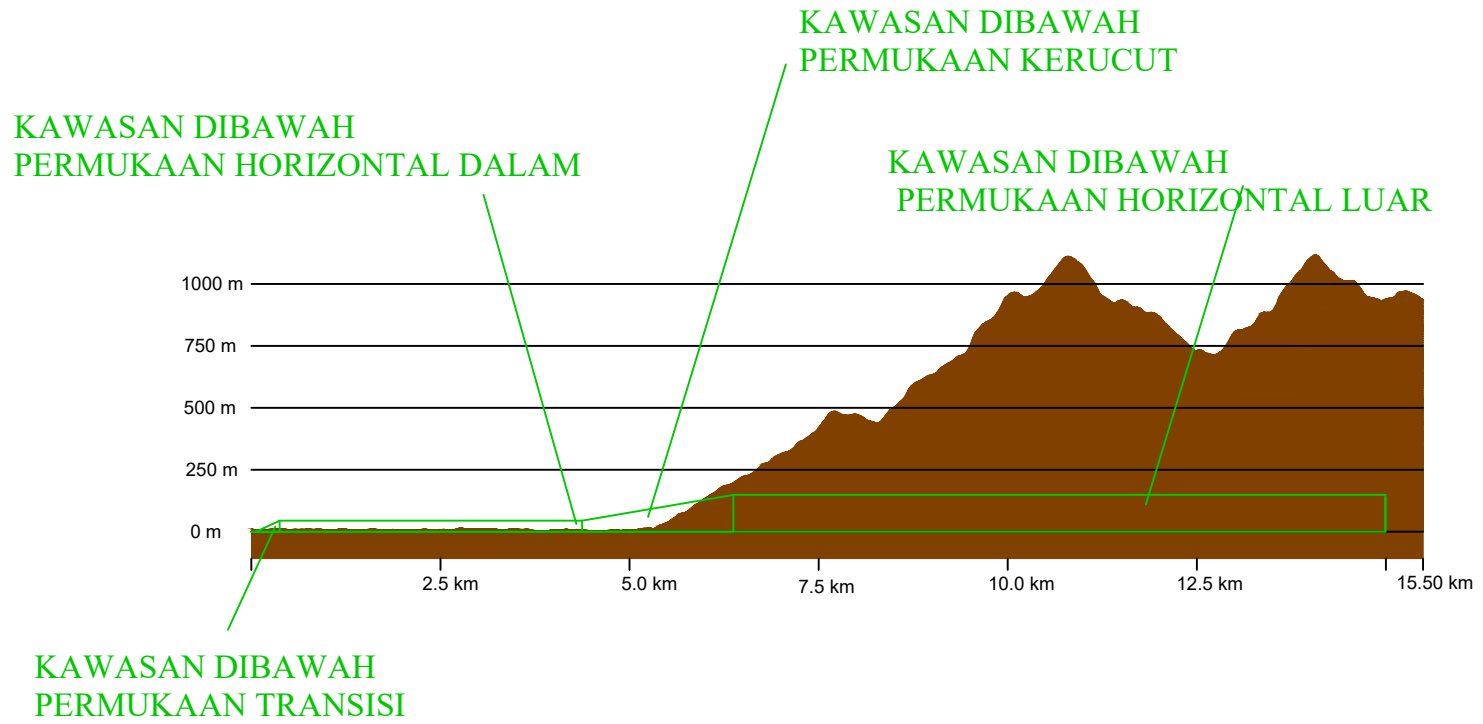
KKOP

SKALA

1:100000

NO. GAMBAR

9



Potongan C-C
Skala 1 : 100.000



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FTSLK - ITS
SURABAYA

NAMA TUGAS

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Ir. ERVINA
AHYUDANARI, ME.,
Ph.D

NAMA & NRP
MAHASISWA

M. REZKY RIDWAN
0311154000006

NAMA GAMBAR

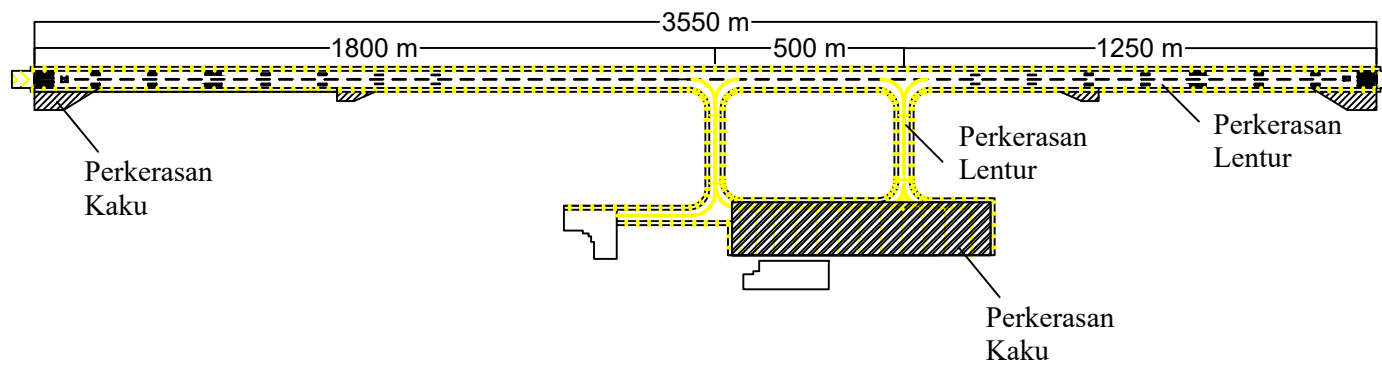
LAYOUT
PERKERASAN

SKALA

1:20000

NO. GAMBAR

10





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 601111

Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



Form AK/TA-04
rev01

NAMA PEMBIMBING	: Ir. Ervina Ahyadnari ME PhD
NAMA MAHASISWA	: Muhammad Rozky Ridwan
NRP	: 031154020006
JUDUL TUGAS AKHIR	: Perencanaan Pengembangan Sisi Udara Bandara Internasional Minangkabau
TANGGAL PROPOSAL	:
NO. SP-MMTA	:

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1	27/3/2019	<ul style="list-style-type: none"> Perhitungan Korespondensi ACU Pesawat B777-300ER dgn RCD Bandara Internasiona Minangkabau Perhitungan Runway 		U
2	28/4/2019	<ul style="list-style-type: none"> Perhitungan taxiway dan exit taxiway. Penambahan parkir kendaraan pesawat. 		U
3	7/5/2019	<ul style="list-style-type: none"> Perhitungan Apron. 		U
4	20/5/2019	<ul style="list-style-type: none"> Analisa FKOD Perencanaan Struktur perkerasan Bandara 		U
5	29/5/2019	<ul style="list-style-type: none"> Revisi Gambar. Gambar diprojects. Gambar bikin bankok Terminal. Exit taxiway dijabarkan dipertimbangkan utk. take off apa? 		U

BIODATA PENULIS



Muhammad Rezky Ridwan.

Penulis dilahirkan di Bukittinggi pada tanggal 28 Februari 1997, merupakan anak pertama dari 3 bersaudara.

Penulis telah menempuh pendidikan formal dari TK Adzkie Padang, SD Angkasa 1 Lanud Padang, SMPN 1 Padang, dan SMAN 1 Padang, penulis melanjutkan pendidikan program sarjana (S1) di Departemen Teknik Sipil FTSLK – Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya

pada tahun 2015 melalui jalur program SNMPTN. Penulis pernah aktif dalam berbagai kegiatan seminar dan talk show baik tingkat institut, regional maupun internasional. Jika pembaca ingin berdiskusi dengan penulis harap menghubungi melalui email : m.rezkyridwan@gmail.com