

Analisa Penambahan Kapasitas Landasan Pacu Terhadap Kelancaran Pergerakan

Lalu Lintas Penerbangan di Bandar Udara Juanda Surabaya

ANDRIAN PRATAMA

P092171004



PROGRAM STUDI TEKNIK TRANSPORTASI

PROGRAM PASCA SARJANA

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2019

**ANALISA PENAMBAHAN KAPASITAS LANDASAN PACU
TERHADAP KELANCARAN PERGERAKAN LALU LINTAS
PENERBANGAN DI BANDAR UDARA JUANDA SURABAYA**

ANDRIAN PRATAMA



**SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2019

**ANALISA PENAMBAHAN KAPASITAS LANDASAN PACU
TERHADAP KELANCARAN PERGERAKAN LALU LINTAS
PENERBANGAN DI BANDAR UDARA JUANDA SURABAYA**

TESIS

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister

Program Studi

Teknik Transportasi

Disusun dan di ajukan oleh

ANDRIAN PRATAMA

Kepada

SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2019

TESIS

**ANALISIS PENAMBAHAN KAPASITAS LANDASAN TERHADAP
KELANCARAN LALU LINTAS PENERBANGAN
DI BANDARA JUANDA SURABAYA**

Disusun dan diajukan oleh :

ANDRIAN PRATAMA

Nomor Pokok P092171004

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis

pada tanggal 05 Desember 2019

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui

Komisi Penasihat,

Prof. Dr. -Ing. M. Yamin Jinca, MSTr
Ketua

Dr. Ir. Ganding Sitepu, Dipl.Ing
Anggota

Ketua Program Studi
Transportasi,

Dr. Ir. Ganding Sitepu, Dipl.Ing





Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc

ABSTRAK

ANDRIAN PRATAMA. Analisa Peningkatan Kapasitas Landasan Terhadap Kelancaran Pergerakan Lalu Lintas Penerbangan Di Bandara Juanda Surabaya (Dibimbing oleh Muhammad Yamin Jinca dan Ganding Sitepu)

Permintaan jumlah penerbangan dan penggunaan landasan merupakan faktor penting dalam perencanaan kebutuhan kapasitas dan fasilitas di bandara. Pertumbuhan lalu lintas penerbangan di Bandar Udara Juanda Surabaya semakin meningkat, sedangkan kapasitas landasan tetap dan tidak mencukupi untuk melayani pergerakan pesawat sehingga kelancaran lalu lintas penerbangan terganggu dengan adanya antrian. Penelitian ini bertujuan menganalisa kinerja operasional kapasitas landasan untuk menentukan kejelasan antara kebutuhan dan ketersediaan kapasitas dan fasilitas di bandara. Prediksi pertumbuhan lalu lintas penerbangan menggunakan Metode *Ekspensial Double Smoothing* dan membandingkan kapasitas landasan yang dipengaruhi faktor peningkatan pergerakan pesawat, waktu penggunaan landasan oleh pesawat dengan simulasi antrian layanan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas landasan saat ini yaitu 34 pergerakan perjam lebih rendah dari permintaan sehingga terjadi antrian pada jam. Alternatif solusi pengurangan waktu penggunaan landasan oleh pesawat dan *rescheduled slot time* bagi penerbangan serta pengembangan kapasitas landasan. Disimpulkan bahwa kapasitas landasan lebih rendah dari pergerakan lalu lintas penerbangan, solusi alternatif optimasi biaya antara perusahaan penerbangan (*Airline*), Perum Airnav Indonesia cabang Juanda Surabaya dan Angkasa pura 1 dengan solusi jangka pendek yaitu dengan pengurangan waktu penggunaan landasan oleh pesawat atau pemerataan *slot time* agar pergerakan pesawat tidak menumpuk di jam sibuk sedangkan untuk jangka panjang dengan penambahan landasan.

Kata Kunci: Landasan, Lalu Lintas Penerbangan, Waktu Pesawat di Landasan, Antrian

 GUGUS PENJAMINAN MUTU (GPM) SEKOLAH PASCASARJANA UNHAS	
Abstrak ini telah diperiksa.	Paraf Ketua / Sekretaris.
Tanggal: <u>30-12-2019</u>	

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Andrian Pratama

Nim : P092171004

Program Studi : Teknik Transportasi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis dengan judul Analisa Penambahan Kapasitas Landasan Pacu Terhadap Kelancaran Pergerakan Lalu Lintas Penerbangan di Bandar Udara Juanda Surabaya, benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini merupakan karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, November 2019

Yang Menyatakan ;

Andrian Pratama

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas kasih karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Analisa Penambahan Kapasitas Landasan Pacu Terhadap Kelancaran Pergerakan Lalu Lintas Penerbangan di Bandar Udara Juanda Surabaya” yang dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat guna mencapai gelar kesarjanaan Strata 2 (S2). terselesaikannya penulisan ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada semua pihak yang telah membantu baik dalam proses penelitian maupun selama penulisan . Ucapan terima kasih ini disampaikan kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Dwiya Aries Tina Pulubuhu, MA., Rektor Universitas Hasanuddin
2. Bapak Dr. Ir. Ganding Sitepu, Dipl.Ing, Ketua Program Studi Teknik Transportasi Universitas Hasanuddin sekaligus pembimbing 2 yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan memberikan semangat serta motivasi selama penyusunan tesis
3. Prof. Dr.-Ing. Muhammad Yamin Jinca,MSTr, selaku dosen pembimbing 1 yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan arahan selama penyusunan tesis ini serta atas ilmu yang diberikan selama masa studi pada Program Pendidikan Pasca Sarjana Magister, Program Studi Teknik Transportasi Universitas Sultan Hasanuddin Makassar.
4. Prof.Dr.Ir. Abrar Saleng,SH., MH., Prof.Dr.Muh. Asdar,SE.,M.Si.,dan Dr.Eng. Abdul Rahman Rasyid,ST.,M.Si., selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktu untuk menguji tesis ini.
5. Bapak/Ibu dosen yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas ilmu yang telah diberikan selama masa studi.

6. Kedua orang tua saya (Bapak Sunaryo dan Ibu Ellies Emilia), Adik, keluarga besar di Surabaya atas kepercayaan, kesabaran, dukungan moril dan materi serta semangat yang tak pernah berhenti sehingga menjadi kekuatan selama menyelesaikan tesis ini.
7. Istri tercinta Diani Wahyu Setyanti, SE atas kesabaran, motivasi dan mendampingi penulis selama menyelesaikan studi magister teknik transportasi “Danke für Liebe, Geduld und Unterstützung”. Para jagoan saya (Radeva Alfarizi Bilfaqih, Rezka Alfatih Bilfaqih, Rafiski Alfarez Bilfaqih) atas kerjasama, semangat, dukungan dan pengertiannya.
8. Direktur Politeknik Penerbangan Makassar, General Manager Airnav Cab. Juanda Surabaya, General Manager PT (Persero) Angkasa Pura I Bandar Udara Juanda Surabaya
9. Bapak Faizal Riza, Junior Manager ATFM Airnav Cab. Juanda Surabaya
10. Teman-teman seperjuangan Program Magister, Pascasarjana Fakultas Teknik Program Studi Teknik Transportasi UNHAS angkatan 2017.
11. Bapak Firman, Staf Program Studi Teknik Transportasi UNHAS
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu dalam menyelesaikan studi magister program studi Teknik Transportasi.

Ibarat tiada gading yang tak retak, penulis menyadari bahwa dalam tesis ini masih terdapat banyak kekurangan. Untuk itu masukan berupa kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata penulis berharap semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan semua pihak.

Makassar, Desember 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN TESIS	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iv
PRAKATA	v
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR TABEL.....	xx
DAFTAR GAMBAR	xxi
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	4
E. Ruang Lingkup Penelitian	4
F. Sistematika Penulisan	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Kinerja	6
B. Peningkatan.....	7
1. Pengertian Peningkatan.....	7
2. Optimalisasi	7
C. Pelayanan Lalu Lintas Udara.....	8
D. Runway.....	12
E. <i>Runway Occupancy Time</i>	17
F. Antrian	20
1. Teori Antrian.....	20
2. Unsur -unsur Model Antrian.....	21
3. Disiplin Antrian	23
4. Panjang Antrian.....	23
5. Distribusi Waktu Pelayanan.....	24
6. Struktur Dasar Antrian	24

7. Notasi Kendall	25
G. Metode Peramalan Pergerakan Lalu Lintas Penerbangan	26
H. Penundaan (<i>Delay</i>).....	28
I. Alur Pikir Konseptual	30

BAB III. METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian	32
B. Waktu dan Lokasi Penelitian	32
C. Instrumen	33
D. Populasi dan Sampel	34
E. Teknik Pengumpulan Data	34
F. Analisis dan Pengolahan Data	35
G. Alur Pikir Penelitian	36

BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum.....	38
1. Letak Bandar Udara	38
2. Fasilitas Sisi Udara	40
3. Operator dan Tipe Pesawat Berjadwal.....	42
4. Unit Juanda Tower	44
5. Prosedur Pemberian Pelayanan Lalu Lintas Udara	46
B. Hasil	54
1. Data Pergerakan Pesawat 5 Tahun terakhir	54
2. Prediksi Pergerakan Pesawat dengan Metode <i>Double Eksponensial Smoothing</i>	55
3. Penghitungan Kapasitas Landasan Pacu	59
4. Penghitungan Prediksi Jam Puncak dan Hari Puncak	62
5. Penghitungan <i>Delay</i>	68
6. Penghitungan ROTD dan ROTL	70
7. Penambahan <i>Rapid Exit Taxiway</i>	78
8. Penambahan Landasan Pacu.....	81
C. Pembahasan	83

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan.....86
B. Saran87

DAFTAR PUSTAKA88

LAMPIRAN90

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kode Landasan Pacu	15
2. Operator dan Tipe Pesawat yang Beroperasi Terjadwal.....	43
3. Data Pergerakan Pesawat 5 Tahun terakhir	54
4. Rekapitulasi Prediksi pergerakan pertahun	58
5. Kecepatan Pesawat Tiap Kategori.....	61
6. Kapasitas Keberangkatan.....	61
7. Kapasitas Kedatangan.....	61
8. Jumlah Pergerakan Pesawat Berdasarkan Jam Puncak dan Hari Puncak	62
9. Perhitungan Pergerakan Pesawat Per Hari	65
10. Perhitungan Prediksi Pergerakan Pesawat Per Jam	67
11. Prosentase dan Jumlah <i>Takeoff</i> dan <i>Landing</i>	68
12. Rekapitulasi MROTD berdasarkan kategori Pesawat	71
13. Rekapitulasi MROTL berdasarkan kategori Pesawat.....	72
14. Rekapitulasi MROTD berdasarkan kategori Pesawat	73
15. Rekapitulasi MROTL berdasarkan kategori Pesawat.....	73
16. Data Fisik Kapasitas Landasan	74
17. Penambahan Kapasitas Landasan dengan Pengurangan ROT	75
18. Data Kecepatan dan Perlambatan Pesawat	79
19. Data Rapid Exit Taxiway menggunakan Runway 10	80
20. Data Rapid Exit Taxiway menggunakan Runway 28	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Runway Tunggal	15
2. <i>Runway Parallel</i>	16
3. Runway 2 Jalur.....	16
4. Runway Berpotongan	17
5. <i>Runway V</i>	17
6. Model Antrian <i>Single Channel – Single Phase</i>	26
7. Alur Pikir Konseptual	32
8. Wilayah Penelitian Bandar Udara Juanda	34
9. Alur Pikir Penelitian	38
10. Layout Bandara Internasional Juanda	43
11. Grafik Pergerakan pesawat 5 tahun terakhir per tahun	56
12. Smothing Plot menggunakan Minitab19	57
13. Layout Runway dan Taxiway Bandara Juanda Surabaya	81
14. Perencanaan penambahan Runway	83
15. Rencana Konfigurasi Runway	83
16. Grafik Kapasitas saat ini dengan Pergerakan Pesawat.....	84
17. Grafik Penambahan Kapasitas dengan Pergerakan Pesawat.....	85

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sejak diberlakukannya kebijakan *Open Sky* tahun 2015 yang telah ditetapkan pada deklarasi ASEAN pada 2005 lalu, semua negara termasuk Indonesia harus mempersiapkan diri sebaik-baik mungkin menghadapi persaingan bebas. Tujuan utama dari kebijakan *Open Sky* adalah untuk merangsang persaingan dan pertumbuhan ekonomi bagi negara-negara ASEAN dengan menghapuskan kendala-kendala yang ada di sektor angkutan udara. Bagi Indonesia hal ini merupakan suatu tantangan sekaligus sebagai peluang.

Pemerintah telah menetapkan lima bandara yang akan diliberilisasi untuk memenuhi kebijakan *Open Sky* ini. Salah satunya adalah Bandar Udara Internasional Juanda di Surabaya. Industri penerbangan dituntut untuk terus mengadakan berbagai perubahan dan peningkatan sesuai dengan kemajuan teknologi serta minat masyarakat saat ini.

Peningkatan pelayanan jasa di dunia penerbangan mutlak diperlukan. Hal ini tidak hanya terletak pada peningkatan teknologi saja, akan tetapi peningkatan sumber daya manusia yang profesional juga merupakan suatu keharusan di dunia penerbangan . Khusus pada pelayanan untuk mengatur

arus lalu lintas udara agar berjalan dengan baik dan lancar, maka dibutuhkan tenaga ahli yang profesional yaitu *Air Traffic Controller (ATC)*.

Mengingat *Air Traffic Controller* dalam tugasnya sesuai dengan *Five Objectives of Air Traffic Services*” mempunyai tanggung jawab yang besar mengenai keselamatan dan keamanan penerbangan. Seorang ATC tidak hanya memisahkan jarak antar pesawat di udara saja, tapi juga memberikan pengawasan, pengaturan, serta mempunyai tanggung jawab terhadap pergerakan pesawat yang ada di darat, yaitu di *movement* dan *manoeuvring area*. Dalam semua pergerakan yang dilakukan oleh pesawat, Mulai pesawat melakukan *start up engine, pushback, taxi, takeoff* maupun *landing*. Sehingga dalam melaksanakan pekerjaannya harus diimbangi dengan peraturan atau prosedur operasi standar yang sesuai, pelaksanaan yang penuh tanggung jawab oleh semua pihak, serta pengawasan yang ketat demi menjamin keselamatan dan kelancaran arus lalu lintas penerbangan khususnya di Bandara Internasional Juanda Surabaya.

Untuk diketahui, saat ini masih terdapat beberapa airlines yang belum mendapatkan *slot* untuk merencanakan penerbangan di Bandara Internasional Juanda Surabaya, hal ini menunjukkan padatnya kondisi arus lalu lintas penerbangan yang mencapai rata-rata 420 *traffic* perhari sekaligus menjadi yang tersibuk kedua di Indonesia. (databoks.katadata.co.id/datapublish/2017/12/25/inilah-bandara-tersibuk-di-indonesia)

Ditengah padatnya kondisi *traffic* di Juanda, masih ada beberapa masalah yang sangat berpengaruh terhadap keselamatan penerbangan. Salah satunya ialah kapasitas Landasan Pacu yang belum mencukupi jumlah *traffic*.

Berkaitan dengan hal tersebut, penulis mencoba melakukan pengamatan dan penelitian secara langsung sehingga judul penelitian yang dituangkan dalam tesis adalah **“Analisa Penambahan Kapasitas Landasan Pacu Terhadap Kelancaran Pergerakan Lalu Lintas Penerbangan di Bandara Juanda Surabaya”**.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut diatas dirumuskan masalahnya sebagai berikut :

1. Bagaimanakah kinerja Landasan Pacu Bandara Juanda Surabaya saat ini dan 10 Tahun mendatang
2. Bagaimanakah alternatif solusi dalam peningkatan kapasitas Landasan Pacu di Bandar Udara Juanda Surabaya

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk Menganalisa Kapasitas Landasan Pacu terhadap Jumlah Traffic saat ini dan memprediksi kebutuhan 10 Tahun ke depan.
2. Untuk menganalisa alternatif solusi penambahan Landasan Pacu sesuai dengan prosedur desain bandara dan kondisi di lingkungan

bandara agar dapat meningkatkan kapasitas Landasan Pacu di Bandar Udara Juanda Surabaya.

D. Manfaat Penelitian

1. Sebagai bahan pertimbangan dan masukan kepada PT. Angkasa Pura I, Perum LPPNPI, dan Otorita Bandar Udara Wilayah V tentang peningkatan kapasitas Landasan Pacu
2. Sebagai bahan masukan kepada PT. Angkasa Pura I tentang konsep penambahan Landasan Pacu kedua yang sesuai dengan Prosedur desain Bandara dan Daerah Lingkungan Bandara
3. Sebagai referensi bagi penelitian yang sejenis dalam hal peningkatan Landasan Pacu dengan konsep penambahan Landasan Pacu.

E. Ruang Lingkup Penelitian

1. Menghitung *Landasan Pacu Occupancy Time* pesawat *Departure* dan *Arrival*.
2. Melakukan perhitungan rata-rata waktu yang dibutuhkan oleh pesawat yang *landing* dari pertama kali menyentuh *threshold* hingga melewati *holding point line (vacate)*.
3. Melakukan perhitungan rata-rata waktu yang dibutuhkan oleh pesawat yang *departure* dari pertama kali melewati *holding point line* hingga melewati *threshold* di ujung *Landasan Pacu in use*.

4. Mengkaji hal-hal yang dapat mempengaruhi kapasitas Landasan Pacu.
5. Memprediksi jumlah traffic 10 Tahun ke depan dengan metode *forecasting*
6. Menganalisa alternatif solusi penambahan Landasan Pacu yang tepat sesuai dengan kondisi jumlah traffic 10 tahun ke depan dan prosedur desain bandara

F. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini disusun sebagai berikut :

1. Bagian pertama adalah pendahuluan, menjelaskan latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.
2. Bagian kedua adalah tinjauan pustaka yang menjelaskan Landasan Pacu teori tentang Kinerja, Peningkatan, Pelayanan Lalu Lintas Udara, *Landasan Pacu*, Kapasitas Landasan Pacu, Teori Antrian, dan alur pikir konseptual.
3. Bagian ketiga adalah metode penelitian yang menjelaskan rancangan penelitian, lokasi dan waktu penelitian, populasi dan sampel, instrument pengumpulan data, teknis dan analisis data dan alur pikir penelitian.
4. Bagian keempat adalah bab yang berisikan tentang hasil dari analisis yang menjadi tujuan dari penelitian ini.

5. Bagian kelima adalah bab yang berisikan tentang saran dan rekomendasi yang berlandaskan pada hasil analisis pada penelitian ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kinerja Bandara

Bandara atau bandar udara merupakan sebuah fasilitas tempat pesawat terbang dapat lepas landas dan mendarat. Bandar udara yang paling sederhana minimal memiliki sebuah landas pacu, namun bandar udara-bandar udara besar biasanya dilengkapi berbagai fasilitas lain, baik untuk operator layanan penerbangan maupun bagi penggunaanya (Rachman, 2007). Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 71 Tahun 1996 tentang kebandarudaraan, yang dimaksud dengan bandar udara adalah lapangan terbang yang dipergunakan untuk mendarat dan lepas landas pesawat udara, naik turun penumpang, dan atau bongkar muat kargo dan atau pos, serta dilengkapi dengan fasilitas keselamatan penerbangan dan sebagai tempat perpindahan antar moda transportasi.

Definisi bandar udara menurut PT. (Persero) Angkasa Pura adalah lapangan udara, termasuk segala bangunan dan peralatan yang merupakan kelengkapan minimal untuk menjamin tersedianya fasilitas bagi angkutan udara untuk masyarakat (Departemen Perhubungan, 2005) Berdasarkan beberapa definisi di atas, dapat disimpulkan bahwa

bandar udara merupakan prasarana penting dalam kegiatan transportasi udara pada setiap negara, khususnya Indonesia yang merupakan negara kepulauan, dimana transportasi udara sangat berperan penting bagi kelancaran aktivitas penduduknya. Bandar udara juga berperan dalam menunjang, menggerakkan dan mendorong pertumbuhan ekonomi daerah karena berfungsi sebagai pintu gerbang daerah. Bandara juga merupakan suatu lingkungan tempat manusia beraktifitas, dimana berbagai komponen lingkungan membentuk suatu sistem.

1. Kinerja

Kinerja berasal dari pengertian *Performance*. Ada pula yang memberikan pengertian *Performance* sebagai hasil kerja atau prestasi kerja. Namun sebenarnya kinerja mempunyai makna yang luas, bukan hanya hasil kerja, tetapi termasuk bagaimana proses pekerjaan berlangsung (Wibowo, 2007:7).

Amstrong dan Baron (Wibowo,2007:7) menjelaskan bahwa kinerja merupakan pekerjaan yang mempunyai hubungan kuat dengan tujuan strategis organisasi, kepuasan konsumen, dan memberikan kontribusi ekonomi.

Dari beberapa definisi dapat disimpulkan bahwa kinerja merupakan suatu hasil kerja yang dicapai oleh seseorang dalam melakukan tugas atau pekerjaan berdasarkan kemampuan kerja baik secara kualitas maupun kuantitas sesuai kapasitasnya.

2. Peningkatan

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia edisi ke-5 tahun 2016, peningkatan adalah proses cara, perbuatan meningkatkan (usaha, kegiatan, dan sebagainya).

Sugono (2008) mendefenisikan peningkatan sebagai “proses, perbuatan, cara meningkatkan”. Sejalan dengan pendapat tersebut Alwi (2002) menyatakan bahwa peningkatan adalah proses perbuatan, cara meningkatkan usaha, dan sebagainya. Berdasarkan uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa pengertian peningkatan adalah suatu proses perubahan meningkat, yang berarti proses perubahan menjadi lebih baik.

3. Optimalisasi

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia edisi ke-5 tahun 2016, optimalisasi adalah proses, cara dan perbuatan untuk mengoptimalkan (menjadikan paling baik, paling tinggi, dsb)”.

Sedangkan dalam Kamus Oxford (2008, p. 358), “*Optimization is the process of finding the best solution to some problem where “best” accords to prestated criteria*”. Jadi, Optimalisasi adalah sebuah proses, cara dan perbuatan (aktivitas/kegiatan) untuk mencari solusi terbaik dalam beberapa masalah, dimana yang terbaik sesuai dengan kriteria tertentu. Dalam penelitian ini, topik yang diangkat adalah optimalisasi suatu lokasi (gudang) sehingga dapat meningkatkan produktivitas, kualitas dan pendapatan perusahaan.

B. Pelayanan Lalu Lintas Udara

ANNEX 11 *Air Traffic Services* (ATS) menjelaskan tentang, “*Air Traffic is all aircraft in flight or operating on the manoeuvring area of an aerodrome*”. Artinya lalu lintas udara yaitu semua pesawat dalam penerbangan atau yang beroperasi di daerah pergerakan (*manoeuvring area*) di suatu bandara. “*Air Traffic Service is generic term meaning variously, flight information service, alerting service, air traffic advisory service, air traffic control service (area control service, approach control service or aerodrome control service)*”. Jadi pelayanan lalu lintas udara adalah pelayanan terhadap pergerakan pesawat terbang berkaitan dengan pelayanan informasi penerbangan, pelayanan peringatan bahaya, pelayanan berkaitan dengan petunjuk untuk lalu lintas udara, dan pelayanan pengendalian lalu lintas udara baik pelayanan di pusat pengendalian, pendekatan, maupun pelayanan di *aerodrome*.

Pelayanan lalu lintas udara (*Air Traffic Services*) diberikan oleh petugas *ATS* di setiap bandara yang telah memiliki ijin dan kompeten untuk memberikan pelayanan yang dimaksud kepada pergerakan pesawat di dalam suatu wilayah udara. Petugas *ATS* di bagi menjadi beberapa satuan kerja yaitu *Air Traffic Control* (ATC) yang memberikan pelayanan pengendalian dan pengaturan lalu lintas udara, *Flight Service Officer* yang memberikan pelayanan informasi penerbangan, dan *Aeronautical Information Service Officer*. Tujuan dari

pemberian pelayanan lalu lintas udara didasarkan pada “5 Objectives of Air Traffic Services” yaitu :

1. *Prevent collisions between aircraft.*
2. *Prevent collisions between aircraft on the manoeuvring area and obstructions on that area.*
3. *Expedite and maintain an orderly flow of air traffic.*
4. *Provide advice and information useful for the safe and efficient conduct of flights.*
5. *Notify appropriate organization regarding aircraft in need of search and rescue aid, and assist such organizations as required.*

Maksudnya adalah :

1. Mencegah tabrakan antara pesawat terbang.
2. Mencegah tabrakan antar pesawat terbang di daerah pergerakan (*manoeuvring area*) dan antara pesawat terbang dan rintangan yang ada di daerah tersebut.
3. Mempercepat dan mempertahankan keteraturan arus lalu lintas udara.
4. Memberikan saran dan informasi yang berguna untuk keselamatan dan efisiensi penerbangan.
5. Memberitahukan organisasi yang berwenang atas pesawat terbang yang memerlukan bantuan SAR

(pencarian dan pertolongan) serta membantu organisasi tersebut bila di perlukan.

Doc 4444 – RAC/501/(1996 : 2 -3) dijelaskan tentang unit-unit yang bertanggung jawab untuk memberikan pelayanan pemanduan lalu lintas udara (*ATC Service*) sebagai berikut :

1. *Area Control Service shall be provided :*
 - a. *By an Area Control Centre (ACC), or*
 - b. *By the providing approach control service in a control zone or in a control area of limited extent which is designated primarily for the provision of approach service, when no ACC is established.*
2. *Approach control service shall be provided :*
 - a. *By an Aerodrome Control Tower or an ACC, when it is necessary or desirable to combine under the responsibility of one unit the functions of the approach control service or the area control service; or*
 - b. *By an Approach Control Unit, when it is necessary or desirable to establish a separate unit.*
3. *Aerodrome control service shall be provided by an Aerodrome Control Tower.*

Maksudnya adalah :

1. *Area Control Service* harus diadakan oleh :
 - a. *Area Control Center* atau

- b. Unit yang memberikan *Approach Control Service* dalam *Control Zone* (CTR) atau *Control Area* (CTA) pada batas – batas tertentu, terutama untuk penyediaan *Approach Control Service* apabila *Area Control* tidak didirikan.
2. *Approach Control Service* harus diadakan oleh :
 - a. *Aerodrome Control Tower* atau *Area Control Centre* apabila diperlukan atau sangat di perlukan untuk menggabungkan unit – unit tersebut dibawah tanggung jawab satu unit (*combined unit*) yang berfungsi untuk memberikan *Approach Control Service* dan *Area Control Service* atau,
 - b. *Approach Control Office* bilamana diperlukan untuk untuk di perlukan mendirikan suatu unit yang terpisah
 3. *Aerodrome Control Service* harus diberikan oleh *Aerodrome Control Tower*.

DOC.4444 Air Traffic Management, Air Traffic Controller (ATC) dibagi menjadi 3 yaitu *Area Control Center* (ACC), *Approach Control Unit* (APP) dan *Aerodrome Control Tower* (ADC).

1. *Area Control Centre* (ACC). *A unit established to provide air traffic control service to controlled flights in control areas under its jurisdiction.* Artinya *Area Control Centre* (ACC) adalah suatu unit yang didirikan untuk

memberikan pelayanan lalu lintas udara untuk mengontrol penerbangan dalam control area di bawah kekuasaan hukum.

2. *Approach Control Unit (APP) is a unit established to provide air traffic control service to controlled flights arriving at, or departing from, one or more aerodromes.* Artinya *Approach Control Unit (APP)* adalah sebuah unit yang didirikan untuk memberikan layanan pemanduan lalu lintas udara untuk mengontrol pada penerbangan kedatangan, atau keberangkatan, dari satu atau lebih *aerodrome*.
3. *Aerodrome Control Tower (ADC) is a unit established to provide air traffic control service to aerodrome traffic.* Artinya *Aerodrome Control Tower (ADC)* adalah unit pelayanan lalu lintas udara yang memberikan pelayanan pada *aerodrome traffic*.

C. Landasan Pacu

Annex 14 Aerodrome Volume I Aerodrome Design and operations Chapter I (2013) menjelaskan bahwa *aerodrome* adalah *aerodrome is a defined area on land or water (including any buildings, installations, and equipment) intended to be used either wholly or in part for the arrival, departure and surface movement of aircraft.* Yang maksudnya *aerodrome*

adalah sebuah area di daratan atau di lautan (termasuk bangunan, instalasi, dan peralatan) yang seluruhnya atau sebagian digunakan untuk pesawat *arrival, departure* dan semua pergerakan pesawat.

UU Nomor 1 Tahun 2009 Tentang Penerbangan pada Bab XII (bagian Pertama, Tatanan Navigasi Penerbangan Nasional), pasal 261 ayat 3, menjelaskan bahwa Bandar Udara adalah kawasan di daratan dan/atau perairan dengan batas-batas tertentu yang digunakan sebagai tempat pesawat udara mendarat dan lepas landas, naik turun penumpang, bongkar muat barang, dan tempat perpindahan intra antar moda transportasi, yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan, serta fasilitas pokok, dan fasilitas penunjang lainnya.

Rahim (2015), menjelaskan pengertian Landasan Pacu adalah suatu daerah persegi empat tertentu pada *aerodrome* yang dipersiapkan untuk kegiatan *landing* dan *take off* pesawat udara.

Doc. 4444 Air Traffic management Sixteenth edition Chapter I (2016) definisi dari Landasan Pacu adalah sebuah area persegi panjang di permukaan *aerodrome* yang digunakan pesawat untuk mendarat (*landing*) atau lepas landas (*take off*). Dalam *Doc. 9157 Aerodrome Design Manual Part I runway third edition* (2006) Mengingat fungsi vital Landasan Pacu dalam menyediakan pelayanan yang aman dan efisien bagi pendaratan pesawat (*landing*) dan lepas landas (*take off*), sangat penting bahwa desain Landasan Pacu memperhitungkan karakteristik operasional dan fisik pesawat diharapkan untuk mempertimbangkan kondisi Landasan Pacu,

serta teknik dan ekonomi. Unsur-unsur Bandar udara yang terkait dengan Landasan Pacu yang secara langsung berhubungan dengan pendaratan dan lepas landas pesawat terbang adalah: *runway strip, runway shoulder, stopways, clearways dan runway end safety area (RESA)*. Panduan ini menyangkut penyediaan Landasan Pacu pacu dan unsur-unsur terkait serta merangkum spesifikasi dan bahan bimbingan yang berkaitan dengan desain geometris untuk mengetahui kode Landasan Pacu pacu seperti table berikut :

Tabel 1. Kode Landasan Pacu Pacu

Sumber : Annex 14, *Aerodrome*

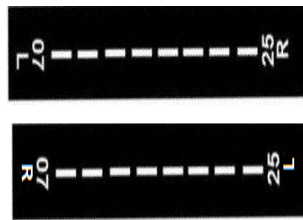
<i>Code element 1</i>			<i>Code Element 2</i>	
<i>Code number</i>	<i>Aeroplane reference field length</i>	<i>Code letter</i>	<i>Wing span</i>	<i>Outer main gear wheel span</i>
<i>1</i>	<i>Less than 800</i>	<i>A</i>	<i>Up to but not including 15 m</i>	<i>Up to but not including 4,5 m</i>
<i>2</i>	<i>800 m up to but not including 1200 m</i>	<i>B</i>	<i>15 m up to but not including 24 m</i>	<i>4,5 m up to but not including 6 m</i>
<i>3</i>	<i>1200 m up but not including 1800 m</i>	<i>C</i>	<i>24 m up to but not including 36 m</i>	<i>6 m up to but not including 9 m</i>
<i>4</i>	<i>1800 m and over</i>	<i>D</i>	<i>36 m up to but not including 52 m</i>	<i>9 m up to but not including 14 m</i>
		<i>E</i>	<i>52 m up to but not including 65 m</i>	<i>9 m up to but not including 14 m</i>
		<i>F</i>	<i>65 m up to but not including 80 m</i>	<i>14 m up to but not including 16 m</i>

1. Landasan Pacu tunggal, Pada umumnya Landasan Pacu ini yang banyak dijumpai di Indonesia, Bentuknya sederhana dan memiliki kapasitas besar dengan pelayanan *Visual Flight Rules (VFR)* 45-100 pergerakan sedangkan dengan *Instrument Flight Rules (IFR)* kapasitasnya mencapai 40-50 pergerakan. Oleh sebab itu untuk meningkatkan kapasitas landas pacu *IFR* dibutuhkan Landasan Pacu paralel.



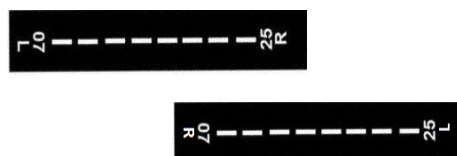
Gambar 1. Landasan Pacu Tunggal
Sumber : Annex 14, *Aerodrome*

2. Landasan Pacu paralel, di Indonesia dapat dijumpai di Bandar Udara Soekarno-Hatta. Jarak antara as Landasan Pacu pacu *non instrument* yang berarti Landasan Pacu tersebut tidak mempunyai alat bantu pendaratan secara instrument untuk kode 3 dan 4 adalah minimal 210 m, kode 2 : 150 m dan kode 1 : 120 m. Untuk *parallel instrument* yang berarti Landasan Pacu mempunyai alat bantu pendaratan secara instrumen, 1035 m untuk *independent parallel approach*, 915 m *dependent parallel approach*, 760 m *independent parallel departure* dan *segregated parallel operations*.



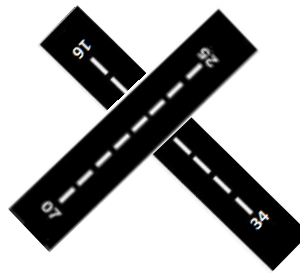
Gambar 2. Landasan Pacu Paralel
Sumber : Annex 14, *Aerodrome*

3. Landasan Pacu 2 Jalur, Jenis Landasan Pacu pacu ini membutuhkan lahan yang lebih luas. Jarak antar as Landasan Pacu pacu minimal 350 m . Keuntungannya kapasitas Landasan Pacu pacu lebih besar dibandingkan dengan parallel karena dapat dibangun *exit taxiway* diantara dua Landasan Pacu pacu. Jenis Landasan Pacu pacu ini dapat dijumpai di Biak dan Morotai, tapi tidak operasional lagi.



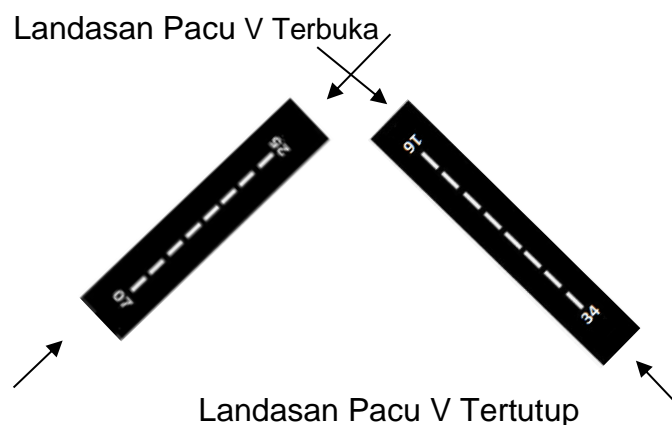
Gambar 3. Landasan Pacu 2 Jalur
Sumber: Annex 14, *Aerodrome*

4. Landasan Pacu berpotongan, Jenis Landasan Pacu pacu ini dibangun untuk mengoperasikan Landasan Pacu pacu berdasarkan arah angin sehingga tidak terjadi angin samping (*crosswind*) . Jika kecepatan angin dibawah 4 mil/jam maka kedua Landasan Pacu pacu ini dapat difungsikan.



Gambar 4. Runway Berpotongan
Sumber : Annex 14, *Aerodrome*

5. Landasan Pacu V terbuka, Landasan Pacu pacu dengan arah divergen namun tidak berpotongan disebut Landasan Pacu pacu V terbuka. Landasan Pacu pacu jenis ini juga dibangun karena faktor arah dan kecepatan angin yang cepat berubah. Landasan Pacu pacu V terbuka berarti pesawat dapat tinggal landas serentak karena tidak terjadi *cross*, sedangkan V tertutup harus lebih teliti karena rawan kecelakaan.



Gambar 5. Landasan Pacu V
Sumber : Annex 14, *Aerodrome*

D. Runway Occupancy Time

Menurut *Aviation Dictionary* :

Runway Occupancy is The time taken by an arriving aircraft from the time it crosses the threshold until it turns off the runway, or the time taken by a departing aircraft from the moment it takes an active runway until it clears the departure end. Maksudnya ialah *Runway Occupancy Time* merupakan waktu yang digunakan oleh pesawat selama berada di Landasan Pacu, dimana untuk pesawat *Arrival* dimulai dari saat pertama kali menyentuh Landasan Pacu sampai dengan keluar dari Landasan Pacu (*crossed holding point*) dan untuk pesawat *Departure* dihitung saat pertama kali pesawat masuk ke *Active Runway (crossed holding point)* sampai dengan pesawat tersebut melakukan *Airborne*.

Runway Occupancy juga disinggung sedikit dalam *Doc 4444 - 8.7.3 Separation minima based on ATS surveillance systems - 8.7.3.2* yang isinya, *the radar separation minimum in 8.7.3.1 may, if so prescribed by the appropriate ATS authority, be reduced, but not below: a) 5.6 km (3.0 NM) when radar capabilities at a given location so permit; and b) 4.6 km (2.5 NM) between succeeding aircraft which are established on the same final approach track within 18.5 km (10 NM) of the runway end. A reduced separation minimum of 4.6 km (2.5 NM) may be applied, provided: i) the average **runway occupancy time** of landing aircraft is proven, by means such as data collection and statistical analysis and methods based on a theoretical model, not to exceed 50 seconds; ii) braking action is reported*

*as good and **runway occupancy times** are not adversely affected by runway contaminants such as slush, snow or ice; iii) a radar system with appropriate azimuth and range resolution and an update rate of 5 seconds or less is used in combination with suitable radar displays; iv) the aerodrome controller is able to observe, visually or by means of surface movement radar (SMR) or a surface movement guidance and control system (SMCGS), the runway-in-use and associated exit and entry taxiways; v) distance-based wake turbulence separation minima in 8.7.3.4, or as may be prescribed by the appropriate ATS authority (e.g. for specific aircraft types), do not apply; vi) aircraft approach speeds are closely monitored by the controller and when necessary adjusted so as to ensure that separation is not reduced below the minimum; vii) aircraft operators and pilots have been made fully aware of the need to exit the runway in an expeditious manner whenever the reduced separation minimum on final approach is applied; and viii) procedures concerning the application of the reduced minimum are published in AIPs.*

Maksudnya adalah bahwa separasi minima berdasarkan *ATS Surveillance System* ada beberapa cara : Pertama dengan menggunakan separasi minimum radar jika demikian ditentukan oleh otoritas *ATS* yang bertanggung jawab, dapat dikurangi, tetapi tidak di bawah :a) 5,6 km (3,0 NM) ketika kemampuan radar di lokasi tertentu memungkinkan, dan b) 4,6 km (2,5 NM) antara pesawat dibelakang yang berada pada posisi daerah pendekatan (*approach*) dengan pesawat yang berada di akhir Landasan

Pacu (*end of runway*) dalam jarak 18,5 km (10 NM) dari ujung Landasan Pacu. Kedua, separasi minimum kurang dari 4,6 km (2,5 NM) dapat diterapkan, asalkan:

a) *Runway Occupancy Time* pesawat mendarat terbukti, dengan cara seperti pengumpulan data dan analisis statistik dan metode didasarkan pada model teoritis, tidak melebihi 50 detik.

b) Perhitungan terhadap *Runway Occupancy* tidak terpengaruh oleh kontaminan permukaan Landasan Pacu dengan kondisi seperti berlumpur, salju atau es.

c) Sistem radar dengan azimuth yang tepat dan resolusi jangkauan dan tingkat pembaruan dari 5 detik atau kurang digunakan dalam kombinasi dengan menampilkan kecocokan radar.

d) *Controller* bandar udara yang mampu mengamati secara visual atau dengan menggunakan *surface movement radar* (SMR) atau *surface movement guidance and control system* (SMCGS), Landasan Pacu yang digunakan juga termasuk *exit and entering taxiway*.

e) Separasi minima berdasarkan *wake turbulence category* sebagaimana ditentukan oleh otoritas ATS (misalnya untuk jenis pesawat tertentu), tidak berlaku.

f) Kecepatan pesawat yang melakukan pendekatan (*approach*) diawasi secara ketat oleh *controller* dan bila perlu disesuaikan untuk memastikan separasi tidak berkurang di bawah minimum.

g) Operator pesawat dan pilot telah sepenuhnya menyadari kebutuhan untuk keluar dari Landasan Pacu secara cepat setiap kali separasi jarak minimum antara pesawat yang melakukan *approach* dengan pesawat yang masih ada di Landasan Pacu diterapkan, dan

h) Prosedur mengenai penerapan mengurangi separasi minimum diterbitkan dalam AIP.

Adapun kecepatan pesawat saat melakukan approach berdasarkan ICAO DOC. 8168 *Aircraft operation – Flight Procedure (Vol. I)* membagi pesawat menjadi :

Category A: 91 knot IAS

Category B: 91 knot atau lebih tapi kurang dari 121 knot IAS

Category C: 121 knot atau lebih tapi kurang dari 141 knot IAS

Category D: 141 knot atau lebih tapi kurang dari 166 knot IAS

Category E: 166 knot atau lebih tapi kurang dari 211 knot IAS

Category H: lihat pada 1.3.10, "Helicopters".

E. Teori Antrian

1. Teori Antrian

Teori antrian adalah teori yang menyangkut studi matematis dari antrian-antrian atau baris-baris penungguan. Formasi baris-baris penungguan ini tentu saja merupakan suatu fenomena biasa yang terjadi apabila kebutuhan akan suatu pelayanan melebihi kapasitas yang tersedia untuk menyelenggarakan pelayanan itu.

Keputusan-keputusan yang berkenaan dengan jumlah kapasitas ini harus dapat ditentukan, walaupun sebenarnya tidak mungkin dapat dibuat suatu prediksi yang tepat kapan pelanggan yang membutuhkan pelayanan itu akan datang dan berapa lama waktu yang diperlukan untuk menyelenggarakan pelayanan itu. (Dimiyati, 2002).

Teori antrian merupakan sebuah analisis yang menyediakan informasi yang efektif tentang masalah antrian. Prosedur untuk menangani masalah antrian dengan demikian dapat diringkas dalam 4 langkah berikut:

- a. Tentukan dan hubungkan variabel situasi untuk tujuan menggambarkan masalah
- b. Tentukan distribusi yang terkait berdasarkan data yang tersedia dan menggunakan uji statistik yang sesuai.
- c. Gunakan distribusi untuk mengembangkan karakteristik operasi yang menggambarkan sistem secara keseluruhan.
- d. Meningkatkan kinerja sistem melalui penggunaan model keputusan yang sesuai dan berdasarkan karakteristik operasi dari situasi.

2. Unsur-Unsur Dasar dalam Model Antrian

a. Proses Antrian Dasar

Proses dasar yang diasumsikan oleh hampir semua model antrian adalah sebagai berikut pelanggan yang membutuhkan

pelayanan dihasilkan sepanjang waktu oleh sumber masukan(kedatangan). Pelanggan ini lalu memasuki system antrian dan bergabung dalam antrian.

b. Kedatangan atau masukan sistem

Kedatangan memiliki karakteristik seperti ukuran populasi, perilaku, dan sebuah distribusi statistik. Sumber input yang menghadirkan kedatangan pelanggan bagi sebuah sistem pelayanan memiliki tiga karakteristik utama yaitu :

1) Ukuran populasi kedatangan

Ukuran populasi dilihat sebagai tidak terbatas atau terbatas.

2) Pola kedatangan pada Sistem

Pelanggan tiba di sebuah fasilitas pelayanan baik yang memiliki jadwal tertentu atau yang datang secara acak. Kedatangan dianggap sebagai kedatangan yang acak bila kedatangan tersebut tidak terikat satu sama lain dan kejadian kedatangan tersebut tidak dapat diramalkan secara tepat.

Seiring dalam permasalahan antrian, banyaknya pada setiap unit waktu dapat diperkirakan oleh sebuah distribusi probabilitas yang dikenal sebagai distribusi poisson (Poisson distribution). Rumus umum distribusi probabilitas poisson adalah

$$P(N = n) = \begin{cases} \frac{(\lambda)^n}{n!} e^{-\lambda} & , n = 0, 1, 2, \dots \\ 0 & , n \text{ lainnya} \end{cases}$$

Dengan:

n = banyaknya kedatangan

$P(N = n)$ = probabilitas n kedatangan

λ = Jumlah rata-rata pelanggan yang datang
persatuan waktu

e = bilangan euler, yaitu 2,71828.....

3) Perilaku Kedatangan

Hampir semua model antrian berasumsi bahwa pelanggan yang datang adalah pelanggan yang sabar. Pelanggan yang sabar adalah mesin atau orang-orang yang menunggu dalam antrian hingga mereka dilayani dan tidak berpindah dari garis antriannya.

3. Disiplin Antrian

Disiplin pelayanan adalah suatu aturan yang dikenalkan dalam memilih *customer* dari barisan antrian untuk segera dilayani. Adapun pembagian disiplin pelayanan ialah:

First come first served (FCFS) atau *first in first out* (FIFO), suatu peraturan dimana yang akan dilayani ialah *customer* yang datang terlebih dahulu.

4. Panjang Antrian

Batasan panjang antrian bisa terbatas (*limited*) bisa juga tidak terbatas (*unlimited*). Dalam kasus batasan panjang antrian yang tertentu (*definite line-length*) dapat menyebabkan penundaan kedatangan antrian bila batasan telah tercapai. Contoh : sejumlah tertentu pesawat pada Landasan Pacu telah melebihi suatu kapasitas bandara, kedatangan pesawat yang baru dialihkan (*Lieberman, 2008*).

5. Distribusi Waktu Pelayanan

Pola pelayanan serupa dengan pola kedatangan di mana pola ini bisa konstan ataupun acak. Jika waktu pelayanan konstan, maka waktu yang diperlukan untuk melayani setiap pelanggan sama. Yang lebih sering terjadi adalah waktu pelayanan yang terdistribusi acak (*Render.B dan Heizer, J,2005*).

Distribusi waktu pelayanan yang paling sering diasumsikan adalah distribusi eksponensial

$$f(t) = \begin{cases} \frac{1}{\mu} e^{-\frac{t}{\mu}}, & 0 < t < \infty \\ 0 & , t \text{ lainnya} \end{cases}$$

Dengan:

t = waktu pelayanan

$f(t)$ = probabilitas kepadatan yang berhubungan dengan t

μ = jumlah rata-rata pelanggan yang dilayani persatuan waktu/laju pelayanan

e = bilangan Euler, yaitu 2,71828.....

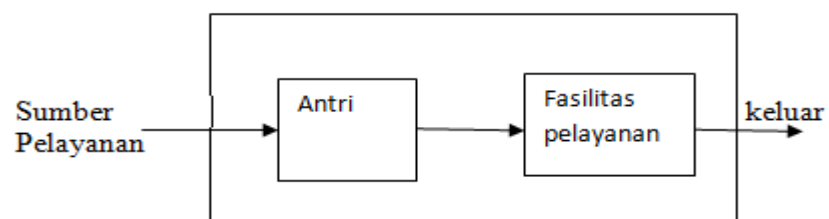
6. Struktur Dasar Antrian

Sebuah fasilitas pelayanan dalam sebuah sistem mungkin hanya terdiri satu kali proses artinya setelah selesai proses pelayanan segera keluar dari sistem, namun mungkin juga memerlukan beberapa kali tahap proses dimana penyelesaian proses pelayanan dalam sebuah tahap perlu dilanjutkan dengan pelayanan tahap berikutnya.

1. *Single Chanel – Single Phase*

Single Chanel berarti bahwa hanya ada satu jalur untuk memasuki system pelayanan atau ada satu pelayanan.

Single phase menunjukkan bahwa hanya ada satu stasiun pelayanan sehingga yang telah menerima pelayanan dapat langsung keluar dari system antrian.



Gambar 6: Model Antrian *Single Channel – Single Phase*

7. Notasi Kendall

Dimana : $(a/b/c) : (d/e/f)$

a = distribusi Kedatangan

b = distribusi waktu pelayanan (atau keberangkatan)

c = jumlah pelayan

d = peraturan pelayanan (misalnya, FCFS, LCFS, SIRO)

e = jumlah maksimum yang diijinkan dalam system (dalam antrian dan system)

f = ukuran sumber pemanggilan

Notasi baku yang mengganti symbol a dan b untuk distribusi kedatangan dan keberangkatan sebagai berikut:

M : Distribusi kedatangan atau keberangkatan Poisson (atau markov, atau distribusi antar kedatangan atau waktu pelayanan eksponensial yang setara)

D : Waktu antar kedatangan atau waktu pelayanan yang konstan atau deterministic.

Ek : Distribusi Erlangian atau gamma dari distribusi antar-kedatangan atau waktu pelayanan dengan parameter k

GI : Distribusi independen umum dari kedatangan (atau waktu antar kedatangan)

G : Distribusi umum dari keberangkatan (atau waktu pelayanan).

(Taha, 1997)

F. Metode Peramalan Pergerakan Lalu Lintas Penerbangan

Metode statistik adalah suatu metode yang digunakan untuk mengumpulkan data, mengolah data, menarik kesimpulan dan membuat keputusan berdasarkan analisis data yang dikumpulkan tadi.

Metode Statistik Peramalan yaitu metode pengolahan data dengan menggunakan kaidah ilmu statistik berupa perhitungan-perhitungan dengan menggunakan rumus-rumus statistik. Dalam Tugas Akhir ini prediksi pergerakan pesawat terbang dibutuhkan untuk mengetahui perkiraan jumlah pesawat sampai 10 tahun yang akan datang (2020).

Penggunaan metode statistik pada karya tulis ini adalah untuk memperoleh prediksi (*forecasting*) kondisi traffic pada beberapa tahun kedepan guna memperkirakan kapankah *runway* bandara Soekarno Hatta Jakarta tidak lagi dapat menampung jumlah pergerakan khususnya pada *peak hours*, berupa Regresi Linear. Data yang penulis gunakan adalah data time series berupa perkembangan jumlah traffic tahunan periode tahun 2006 sampai dengan tahun 2020. Data *time series* sendiri adalah data dimana setiap kelompok informasi statistik terakumulasi dalam interval waktu yang terukur.

Peramalan dilakukan dengan menggunakan metode *smoothing* eksponensial ganda linier satu parameter brown. Metode ini merupakan metode linier yang dikemukakan oleh Brown. Dasar pemikiran dari Metode *Smoothing* Eksponensial Linier Satu Parameter dari Brown

adalah sama dengan rata-rata bergerak linier karena ke dua nilai pemulusan tunggal dan ganda ketinggalan dari data sebenarnya. Jika terdapat unsur trend, maka perbedaan nilai pemulusan tunggal dan ganda dapat ditambahkan kepada pemulusan ganda dan disesuaikan untuk trend. Persamaan yang dipakai dalam implementasi pemulusan eksponensial linier satu parameter dari Brown yaitu :

$$S'_t = \alpha X_t + (1-\alpha) S'_{t-1} \dots\dots\dots (1)$$

$$S''_t = \alpha S'_t + (1-\alpha) S''_{t-1} \dots\dots\dots (2)$$

$$a_t = 2 S'_t - S''_t \dots\dots\dots (3)$$

$$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha} (S'_t - S''_t) \dots\dots\dots (4)$$

$$F_{t+m} = a_t + b_t m \dots\dots\dots (5)$$

Dimana $m = 1,2,3, \dots\dots\dots$

Keterangan :

S'_t = nilai pemulusan eksponensial tunggal (*single eksponensial smoothing value*)

S''_t = nilai pemulusan eksponensial ganda (*double eksponensial smoothing value*)

α = parameter pemulusan eksponensial

$a_t b_t$ = konstanta pemulusan

F_{t+m} = hasil peramalan untuk periode ke depan yang diramalkan

G. Penundaan (*Delay*)

Penundaan terhadap pesawat didefinisikan perbedaan antara waktu sebenarnya yang dihabiskan pesawat untuk melakukan maneuver pada *runway* dan waktu yang dihabiskan pesawat untuk melakukan maneuver pada *runway* dan waktu yang dihabiskan pesawat untuk maneuver di *runway* tanpa ada interferensi dari pesawat lain (*Air Transport Delays, Eurocontrol*). Menurut Robert Horonjeff, Keterlambatan adalah waktu melebihi dari waktu tunggu yang dapat diterima. Penundaan diakibatkan dari laju permintaan yang melebihi dari laju pelayanan.

Untuk menghitung delay rata-rata *departure* digunakan rumus sebagai berikut (Horonjeff McKelvey, 1994) :

$$W_d = \frac{\lambda_d (\sigma_d^2 + 1/\mu_d^2)}{2(1 - \frac{\lambda_d}{\mu_d})}$$

Dimana :

w_d = *delay* rata-rata untuk *departure*

λ_d = tingkat *departure* rata-rata

μ_d = *service time* rata-rata *departure* atau kapasitas maksimum

Landasan Pacu pacu / kapasitas Landasan Pacu pacu

σ_d = *standar deviasi service time departure*

Untuk menghitung *delay* rata-rata *arrival* digunakan rumus sebagai berikut (Horonjeff McKelvey, 1994) :

$$W_a = \frac{\lambda_a (\sigma_a^2 + 1/\mu_a^2)}{2(1 - \frac{\lambda_a}{\mu_a})}$$

Dimana :

w_a = *delay* rata-rata untuk *arrival*

λ_a = tingkat *arrival* rata – rata

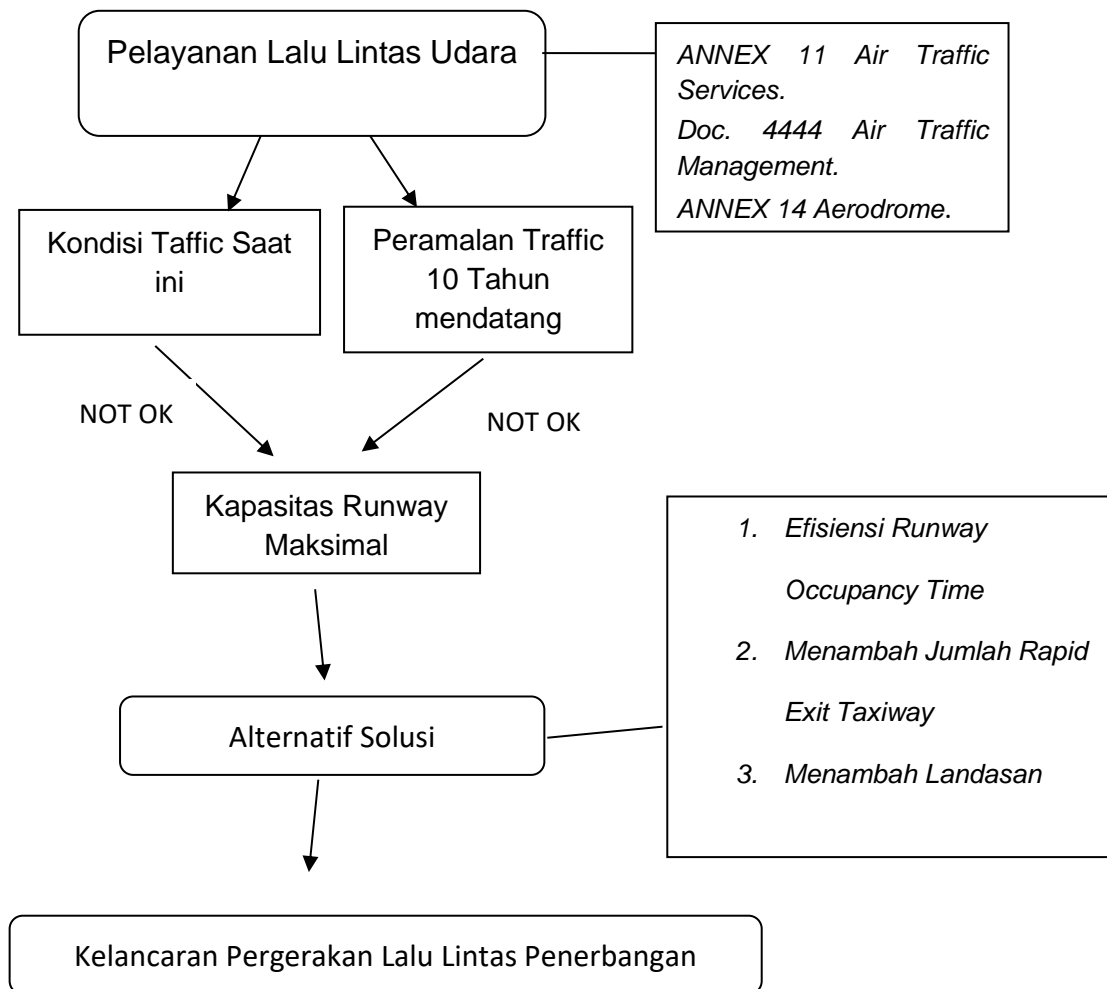
μ_a = *service time* rata – rata *arrival* atau kapasitas maksimum

Landasan Pacu pacu / kapasitas Landasan Pacu pacu

σ_a = *standar deviasi service time arrival*

H. Alur pikir konseptual

Gambar dibawah menjelaskan bahwa pelayanan lalu lintas udara berhubungan dengan ANNEX 11 mengenai *Air Traffic Services, Doc. 4444* mengenai *Air Traffic Management*, dan ANNEX 14 *Aerodrome*. Pelayanan lalu lintas udara di Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya belum lancar dikarenakan seringnya terjadi keterlambatan yang diakibatkan oleh tidak mampunya kapasitas runway dalam menampung jumlah traffic sekarang di Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya. Maka, alternatif solusi yang diberikan yaitu dengan penambahan Landasan Pacu. Dari solusi yang diberikan tercipta keselamatan pelayanan lalu lintas penerbangan sesuai dengan gambar dibawah ini :



Gambar 7. Diagram Alur Pikir Konseptual
Sumber : Penulis

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Berdasarkan permasalahan dan tujuan yang hendak dicapai, jenis penelitian ini adalah non-eksperimental dan merupakan studi kasus tentang peningkatan kapasitas Landasan Pacu di Bandar Udara Juanda Surabaya. Metode penelitian bersifat deskriptif kualitatif dan kuantitatif terhadap peningkatan jumlah *Traffic* dan kapasitas Landasan Pacu di Bandar Udara Juanda Surabaya .

Proses penelitian ini terdiri dari pencatatan *Runway Occupancy Time*, Biaya Operasional yang dikeluarkan maskapai ketika terjadi keterlambatan dan peramalan jumlah Traffic 10 tahun mendatang.

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Bandar Udara Juanda Surabaya, adapun waktu penelitian dilaksanakan yaitu pada bulan Januari 2019 sampai dengan Juli 2019. Lokasi penelitian seperti pada gambar



Gambar 8. Wilayah Penelitian Bandar Udara Juanda

C. Instrumen

Peralatan yang dipergunakan dalam penelitian ini terdiri atas ;

- Software ArcGis, Google Map
- Jam dan *stop watch* untuk mengetahui waktu
- Alat tulis dan kamera
- Form Pencatatan hasil Pengukuran ROT
- Komputer untuk kompilasi dan analisis data .

D. Populasi dan sampel

Populasi penelitian adalah jumlah pergerakan pesawat selama 24 jam di Bandar Udara Juanda Surabaya, sedangkan sampel ditetapkan berdasarkan kategori waktu n1 (06.00-08.00), n2(12.00-14.00), n3(17.00-20.00) seperti pada Tabel .(Lihat Lampiran)

E. Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini data yang dikumpulkan adalah data primer dan data sekunder :

1. Data Primer

Data primer dilakukan melalui pencatatan ROT pada saat pesawat pada saat pesawat tinggal landas atau *take off* dan mendarat atau *landing* sebagai sampel penelitian.

2. Data Sekunder

Data sekunder terdiri dari data jumlah pergerakan pesawat selama 5(lima) tahun terakhir, data pergerakan pesawat harian, data fasilitas dan layout Bandar Udara Juanda Surabaya yang didapatkan dari Perum Lembaga Penyelenggara Pelayanan Navigasi Penerbangan Indonesia (LPPNPI) Cabang Surabaya sedangkan lay out fasilitas sisi udara didapatkan dari PT (Persero) Angkasa Pura 1 cabang Bandar Udara Juanda Surabaya.

F. Analisis dan Pengolahan Data

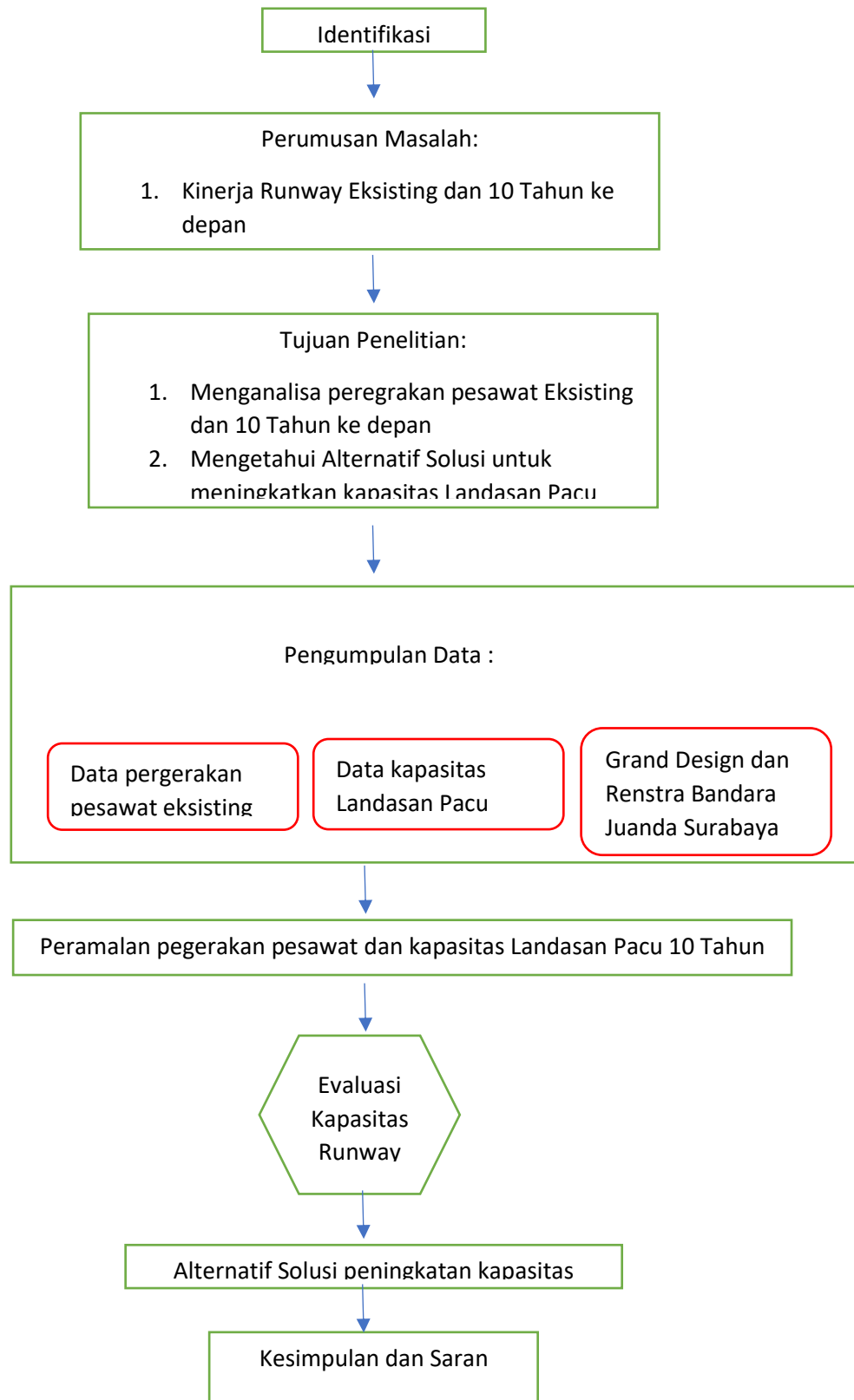
Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode peramalan (*forecast*), analisis mencakup peramalan jumlah pergerakan pesawat dan kapasitas Landasan Pacu. Data pergerakan pesawat yang digunakan mulai tahun 2013-2018 dengan pergerakan pesawat diproyeksikan 10 Tahun ke depan. Setelah dilakukan pengoahan data eksisting maka dilanjutkan dengan mengevaluasi pertumbuhan lalu lintas udara dengan kapasitas *Runway* saat ini.

Langkah perhitungan kapasitas *Runway* adalah dengan menghitung waktu pelayanan rata-rata pesawat dengan berdasarkan kecepatan mendarat di *Runway* dan separasi antar pesawat. Jika kapasitas *Runway* sudah tidak memenuhi pada umur rencana, dilanjutkan dengan tahap usaha atau solusi peningkatan kapasitas *Runway*.

G. Alur Pikir Penelitian

Bagan alur penelitian menggambarkan tentang bagaimana suatu masalah ditemukan dan perlu dilakukan penelitian juga digunakan sebagai tahapan langkah-langkah dalam proses perhitungan kapasitas *Runway* yang didalamnya terdapat berbagai macam proses , antara lain proses pengumpulan data, baik data primer maupun sekunder, lalu dilakukan tahap peramalan pergerakan pesawat dalam kurun waktu 10 tahun kedepan, lalu

menghitung kapasitas *runway* saat ini dan dilanjutkan dengan menghitung kesiapan kapasitas runway dalam melayani pergerakan pesawat 10 tahun mendatang.



Gambar 9. Alur Pikir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum

1. Letak Bandar Udara

Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya semula dibangun sebagai pangkalan udara TNI Angkatan Laut. Namun, dalam perkembangannya melayani jalur penerbangan sipil, militer dan *training flight, maintenance flight*.

Tanggal 07 Februari 1964 diresmikan oleh Perdana Menteri Ir. H. Juanda sebagai Pangkalan Udara TNI-AL Pengelolaan Oleh TNI-AL. Selanjutnya, 07 Desember 1981 pengelolaan penerbangan sipil diserahkan dari Departemen Hankam ke Departemen Perhubungan melalui Surat Keputusan Bersama Tiga Menteri. Lalu, pada tanggal 1 Januari 1985 dikelola oleh PERUM ANGKASA PURA I Berdasarkan PP No 30 Tahun 1984. 12 Desember 1987 dibuka penerbangan internasional ke Singapura, Hongkong, Taipei, dan Manila via Jakarta. 24 Desember 1990 Penerbangan Internasional langsung dan Peresmian Terminal Penumpang Internasional.

Selanjutnya, pada 2 Januari 1993 perubahan status dari PERUM ANGKASA PURA I menjadi PT.(PERSERO) ANGKASA PURA I Berdasarkan PP No. 5 Tahun 1992. Pada tanggal 7 November 2006 Bandar Udara Juanda pindah lokasi terminal ke sisi Utara, yang saat ini disebut Terminal 1 Juanda diresmikan oleh Presiden RI ke-6 Bapak Susilo Bambang Yudhoyono.

Pada tanggal 1 Desember 2012, jumlah penumpang yang berangkat dan datang menjadi 17 juta penumpang per tahun. Untuk mengatasi jumlah peningkatan penumpang, maka terminal lama Juanda dibongkar dan dibangun kembali menjadi Terminal 2. Terminal ini dibangun untuk mengurangi kepadatan penumpang di Terminal 1 yang sudah mencapai kapasitas maksimum.

Terminal 2 mulai beroperasi tanggal 14 Februari 2014. Terkendala karena letusan Gunung Kelud, pengoperasian terminal ini ditunda hingga 2 hari. Pada tanggal 16 Februari 2014, Terminal 2 sudah mulai beroperasi. Terminal ini dapat menampung 6 juta penumpang per tahun.

1.1 Aerodrome Geographical Data

<i>Aerodrome Identification</i>	<i>: Juanda International Airport</i>
<i>City of Aerodrome</i>	<i>: Surabaya</i>
<i>Province</i>	<i>: East Java</i>
<i>Location Indicator</i>	<i>: WARR</i>
<i>Location</i>	<i>: 15 Km south-east of Surabaya</i>

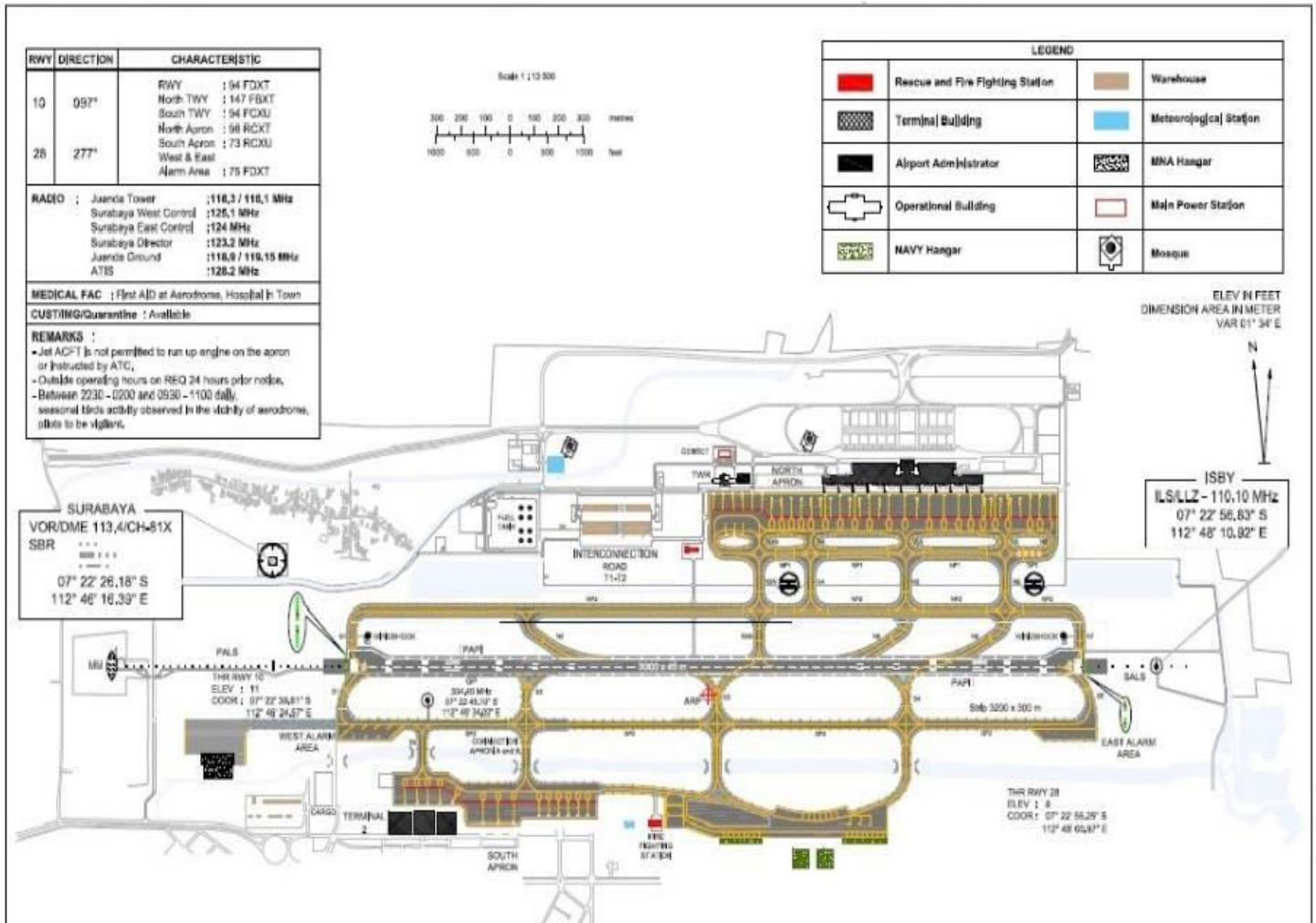
<i>ARP Coordinates</i>	: 07°22' 51''S 112° 47' 11''E
<i>UTC</i>	: + 7
<i>Elevation</i>	: 11 feet
<i>MAG VAR</i>	: 1° 20' east (2010)
<i>ACL location</i>	: 07°23' 05,70'' S112° 47' 02,68'' E
<i>Runway and Azimuth</i>	: RWY 10 097°, RWY 28 277°
<i>AD Administration</i>	: PT. Angkasa Pura I (Persero)
<i>Address</i>	: Juanda Airport, JL. Ir. Haji Juanda, Surabaya
<i>Operating Hours</i>	: 24 hours
<i>Type of Traffic Permit</i>	: IFR and VFR
Penyelenggara Bandar Udara	: PT. Angkasa Pura I (Persero)
Penyelenggara Layanan Navigasi:	LPPNPI (AIRNAV Indonesia)
Telepon	: +62-31-2986200(central T1) +62-31-2986700(central T2)
Fax	: +62-31-8667506
E-mail	: sub@angkasapura1.co.id

2. Fasilitas Sisi Udara (*Airside*)

Fasilitas *Taxiway* di Bandar Udara Internasional Juanda terdiri dari *taxiway* bagian selatan yaitu dari S1-S2-S3-S4-S5-S6-SP1-SP2 dan bagian utara yaitu N1-N2-N3-N4-N5-N6-N7-N8-NP1-NP2. Semua jenis pesawat dari kategori *Heavy*, *Medium* dan *Light* dapat melewati semua *taxiway* ini. Untuk Helikopter, *taxiway* yang sering digunakan

adalah NP1 atau *intersection* N3N atau *intersection* N4 dan SP2 atau *intersection* S3 sesuai *parking stand* yang diinstruksikan oleh ATC.

Fasilitas *Apron* di Bandar Udara Internasional Juanda terdiri dari *North Apron*, *West Alarm Scramble*, *East Alarm Scramble*, *South A,B*, dan *C*. Semula *South Apron* digunakan untuk pesawat militer namun pada bulan Februari 2014 *south apron* sudah digunakan kembali untuk pesawat sipil. Untuk *West Scramble Area* digunakan untuk *Air Force* dan sesuai permintaan (*on request* / bila *apron* penuh). *East Scramble Area* sebagai *Isolated Parking Area* digunakan jika ada pesawat yang membawa muatan yang harus diawasi oleh pihak berwajib, *on request* sebagai *Compass Swinging Area*, dan sebagai *engine check full power*.



Gambar 10. Layout Bandar Udara Internasional Juanda
 Sumber : AirNav Cabang Madya Surabaya

3. Operator dan tipe Pesawat yang beroperasi terjadwal

Berdasarkan tabel 1 menunjukkan bahwa Bandar Udara Internasional Juanda adalah bandar udara yang sangat sibuk ditunjukkan dengan beroperasinya 22 maskapai penerbangan dengan berbagai rute penerbangan mulai dari rute lokal, domestik bahkan rute internasional. Pesawat udara yang beroperasi di Bandar Udara

Internasional Juanda Surabaya terdiri dari berbagai jenis pesawat udara seperti pesawat udara komersil, pesawat udara militer dan helikopter (pribadi dan komersil). Jenis-jenis pesawat komersil yang beroperasi di Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya terdiri dari *wide body aircraft*, *narrow body aircraft* dan *small aircraft* (pesawat perintis).

Tabel 2. Operator dan Tipe Pesawat yang Beroperasi Terjadwal

NO	Operator pesawat	Tipe Pesawat
1.	Garuda Indonesia	B737-800/900, A330-300,A320
2.	Citilink	A320
3.	Kalstar	ATR72
4.	Silk Air	A320
5.	Cathay Airlines	A330-300
6.	China Airlines	A330-300
7.	Royal Brunei	A320
8.	Airfast Indonesia	MD82
9.	Lion Air	B738, B739
10.	Wing Air	ATR72
11.	Sriwijaya Air	B737-300/500/800
12.	Air Asian Express	B737, A320
13.	Trigana Airlines	B735
14.	Nam Air	B735
15.	Eva Air	A332

16.	Saudi Airlines	B747
17.	Jet Star Asia	A320
18.	Batik Air	A320
19.	Gudang Garam	EC135, BK117
20.	Sampoerna	BO105
21.	Indonesian Navy (TNI-AL)	ALOUTTE III, BO105, TB10, C212, N22/24
22.	Indonesian AirForce (TNI-AU)	B737, CN235, A4, AS202,BO105,B707,F16
23.	TNI-AD & kepolisian RI	BO105, B412, CN235

Sumber : AirNav Indonesia Cabang Madya Surabaya

4. Pembagian Tugas Unit Juanda Tower

Dalam pemberian pelayanan *air traffic control* yang antara lain bertujuan untuk mencapai keteraturan arus penerbangan serta tetap memperhatikan keselamatan dan keamanan pesawat terbang, pada unit Juanda Tower diadakan pembagian tugas sebagai berikut:

a. *Controller*

Bertugas mengatur secara langsung seluruh pesawat yang berada di *vicinity of aerodrome* (Batas horizontal : Sebuah lingkaran dengan radius 5 NM dari SBR VOR, ARP & Batas vertical : Daratan/ perairan hingga 2000 feet). Tugas *controller* hendaknya mengacu pada 5 (five) *Objective Of Air Traffic Service Unit*. Yang utama yaitu menjamin keselamatan, keteraturan, kelancaran arus penerbangan baik yang mengadakan

pergerakan di *maneuvering area* maupun yang *arrival* dan *departure*. Tugas seorang *controller* adalah sebagai berikut :

- Pemberian separasi pesawat udara yang berangkat
- Pemberian izin lepas landas
- Pemanduan pesawat udara taxi
- Pemberian izin mendarat
- Pemanduan lalu lintas di sirkuit lalu lintas
- Memberikan prioritas kepada pesawat
- Prosedur pelayanan pengendalian LLU Bandar Udara Udara.

b. Assistant Controller

Assistant merangkap menjadi 2 yaitu *assistant controller* dan *assistant ground control* bertugas membantu *controller* dalam melaksanakan pengontrolan pesawat terbang juga bertugas membantu *Ground Controller* dalam melaksanakan pemanduan lalu lintas udara di *taxiway* dan *apron* serta mengadakan koordinasi dengan unit – unit lain, Data pesawat udara yang datang disampaikan oleh asisten pemandu Tower dengan tertulis pada strip demi kelancaran lalu lintas udara.

c. Ground Controller

Bertugas mengatur semua pergerakan pesawat yang berada di *apron* dan *taxiway*, baik pesawat yang *arrival* maupun *departure*, pada pesawat yang *departure* pengaturan

dimulai dari izin untuk *start up* dan *pushback* sampai *taxi*, serta memberikan *ATC clearance*, sedangkan pada pesawat yang mendarat diberi *parking stand number* untuk memasuki *apron*.

5. Prosedur Pemberian Pelayanan Lalu Lintas Udara

5.1 *Departure*

a. *Start up*

Di Bandar Udara Internasional Juanda untuk pesawat yang terbang secara *instrument* (IFR), saat meminta *start up* tidak perlu melakukan koordinasi dulu ke *approach* namun langsung diberikan start. Koordinasinya akan dilakukan melalui sistem yaitu dengan cara mengisikan *runway in use* beserta *level* yang akan diterbangi pesawat itu. Begitu juga dengan pesawat yang terbang secara *visual* (VFR) seperti helikopter, Juanda *Ground* akan langsung memberikan ijin *start*.

Macam-macam *start up* yang ada di Bandar Udara Internasional Juanda adalah sebagai berikut:

- a) *Start up*
- b) *Crossbleed start*
- c) APU / GPU hanya cukup untuk menyalakan 1 mesin, untuk menyalakan mesin yang satunya maka diperlukan udara yang cukup dari mesin yang sudah menyala, karena RPM yang tinggi maka daya dorong yang dihasilkan juga besar dan berisik. Untuk melakukan *crossbleed start*, pesawat

harus melakukan *pushback* terlebih dahulu dan dipastikan dibelakang pesawat tersebut tidak ada *traffic*.

- d) *Start up on the gate*
- e) Pesawat yang meminta *start up on the gate* akan diberi ijin oleh Juanda *Ground* dengan catatan tidak ada pesawat yang melakukan pergerakan dibelakangnya.
- f) *Start up for maintenance*
- g) Start up ini dilakukan oleh helikopter, sebelum memberikan ijin start, Juanda *Ground* akan melakukan koordinasi pada unit AMC terlebih dahulu.

b. *Pushback*

Saat melakukan *push back*, normalnya pergerakan pesawat tersebut tidak melebihi 2 stand dihitung dari parking stand asalnya. Terkecuali pesawat *wide body*. Contoh : pesawat pada stand 11 meminta *pushback* dan di berikan instruksi menghadap barat, maka pesawat tersebut akan menghadap barat sejajar dengan *parking stand* nomor 10.

Ada beberapa aturan khusus untuk *push back* berdasarkan SOP Bandar Udara Internasional Juanda, yaitu:

- a) *Push back* dengan *heading* saling membelakangi hanya boleh dilakukan bila kedua pesawat memiliki selisih jarak parkir minimal 3 *stand*, contoh: pesawat yang parkir di stand 10 dan 6.

- b) *Push back* dengan *heading* yang sama dapat dilakukan jika kedua pesawat memiliki selisih dua *parking stand*. Contoh: pesawat yang parkir di *stand* 10 dan 7.
- c) Sesuai instruksi dari *Ground controller*
- d) Untuk pesawat yang parkir di stand A5, A6 dan A7 harus *push back* menghadap ke barat *until passing* S2 dan keluar melalui S2.
- e) Bila ada pesawat yang parkir di stand A5 maka tidak ada pesawat yang boleh *push back* dibelakangnya.

Catatan:

- Alokasi parkir untuk pesawat *wide body* yaitu *parking stand* 7, 8, 10, 11, A5, A6, A7, A8.
- Hati-hati dengan pesawat yang parkir di stand 18-27, karena tiang parkirnya tidak sesuai.

c. Taxi

Ada 4 tempat parkir pesawat pada Bandar Udara Internasional Juanda, yaitu *North apron*, *South apron*, *Base ops* dan *Navy hangar*

a) *North apron*

Pesawat yang parkir di *north apron* akan menuju *runway in use* melalui N3N, N4, N5, N6 N8 lalu NP1, NP2 setelah itu akan melalui N1 untuk runway 10 dan N7 untuk runway 28.

b) *South apron*

Pesawat akan menuju *runway in use* melalui S2 atau S6 kemudian SP2 dan S1 untuk runway 10 sedangkan untuk *runway 28* adalah SP2, S5.

c) *Base ops*

Pesawat akan *taxi* melalui S3 kemudian SP2 dan menuju *runway in use*

d) *Navy hangar*

Pesawat akan melakukan pergerakan dari S4 maupun S3 lalu SP2 dan menuju *runway in use*

Catatan:

Untuk pesawat yang keluar melalui N3N perlu perhatian ekstra agar dapat dipastikan pesawat tersebut melalui rute taxi yang benar dan tidak nyelonong ke runway.

d. *ATC Clearance*

Isi dari *ATC clearance* adalah sebagai berikut:

a) *Aircraft Identification*

Dapat berupa *Call sign* maupun registrasi yang digunakan sebagai *Call sign* untuk pesawat tersebut.

b) *Clearance limit*

Di Bandar Udara Internasional Juanda yang paling sering digunakan adalah nama dari Bandar Udara tersebut maupun *Nav.Aids* yang digunakan seperti VOR.

c) *Route of flight*

Adalah jalur yang akan dilalui pesawat

d) Level

Adalah ketinggian *cruising* pesawat tersebut

e) Other information

Diisikan standart instrument departure (SID) dan *Squawk number* yang akan digunakan pesawat.

e. Take off

Setelah pesawat ditransfer ke Juanda Tower, maka Juanda Tower akan meminta *release* pada Surabaya *Director* dan memberi tahu posisi pesawat tersebut. Separasi antar pesawat departure adalah sebagai berikut:

- *Medium / light* dibelakang *heavy aircraft* = 2 menit
- *Medium / light* dibelakang *heavy aircraft* dari *intersection* = 3 menit
- *Light aircraft* dibelakang *heavy* = 3 menit

Setelah pesawat *airborne* dan *clear of traffic*, sesegera mungkin akan ditransfer dari Juanda Tower ke APP.

f. Juanda Tower dan Juanda *Ground* wajib menginformasikan kepada APP bila ada pesawat yang RTA / RTB.

Untuk pesawat yang terbang secara instrument (IFR) akan melakukan prosedur *start up, pushback, taxi, ATC clearance* serta *Release* sedangkan untuk pesawat yang terbang secara visual

(VFR) termasuk helikopter akan melakukan taxi / airtaxi langsung serta permintaan persetujuan oleh Juanda Tower pada APP tentang pesawat yang akan beroperasi tersebut termasuk manuver yang akan dilakukan setelah *airborne* serta kapan pesawat tersebut harus kontak ke APP.

5.2 Arrival

a. Prosedur *entering circuit*

Pesawat yang melakukan pendekatan visual akan ditransfer dari APP ke Tower pada ketinggian 2000 feet di atas area Sidoarjo maupun Kalijudan kemudian akan diinstruksikan untuk descent ke *circuit altitude* dan *join down wind* maupun *right downwind* oleh Juanda Tower.

Sedangkan pesawat yang melakukan pendekatan secara *instrument* akan ditransfer dari APP ke Tower pada saat *establish localizer* maupun menyatakan *runway insight* dan turun dari ketinggian 2500 feet.

a) Prosedur *landing*

Pada saat memberikan *landing clearance*, *controller* harus memastikan bahwa *runway* bebas dari segala halangan dan telah diinformasikan kondisi angin dan *altimeter setting* pada pilot.

b) Prosedur *vacate runway* dan *taxi* menuju *apron*

Setelah pesawat *landing*, Juanda Tower akan menginstruksikan untuk *vacate runway* dan memberikan *landing time* serta mentransfernya pada Juanda *Ground*. Juanda *ground* akan mengarahkan pesawat tersebut menuju *parking stand* sesuai informasi dari AMC.

c) Tower berkewajiban memberitahu APP bila ada pesawat yang mengalami *missed approach*.

5.3 Local Flight Procedure

Selain untuk penerbangan sipil, Bandar Udara Juanda juga melayani penerbangan *local training* yang diselenggarakan oleh TNI Angkatan Laut :

a) Prosedur Pesawat Latih / Lokal

- 1) Pesawat latih setelah *airborne* langsung menuju area latihan dengan mempertahankan ketinggian 1000 feet hingga mencapai area latihan, kemudian naik ke ketinggian yang diinginkan di area latihan tersebut atau sesuai kondisi *traffic/ sesuai perintah ATC*

2) Pesawat latih yang kembali ke Juanda harus melalui Kalijudan atau Sidoarjo dengan mempertahankan ketinggian pada 1500 feet.

b) Prosedur Pesawat VFR

1) Pesawat VFR berangkat setelah *airborne* harus menuju Kalijudan atau Sidoarjo kemudian masuk pada rute VFR. (sesuai instruksi atc , menyesuaikan kondisi *traffic* / bisa *direct* ke *next VFR point*)

2) Pesawat VFR datang harus memasuki sirkuit *aerodrome* melalui Kalijudan atau Sidoarjo.

c) *Touch and go circuit*

1) *Fixed wing*

Pesawat akan berputar putar menggunakan circuit Bandar Udara Juanda dan mempertahankan ketinggian sesuai *circuit altitude*.

2) *Rotary wing*

Pesawat akan mengikuti pola *traffic* helikopter dan melakukan *touch and go*, hingga pilot meminta *make full stop landing* atau diinstruksikan oleh ATC.

B. HASIL

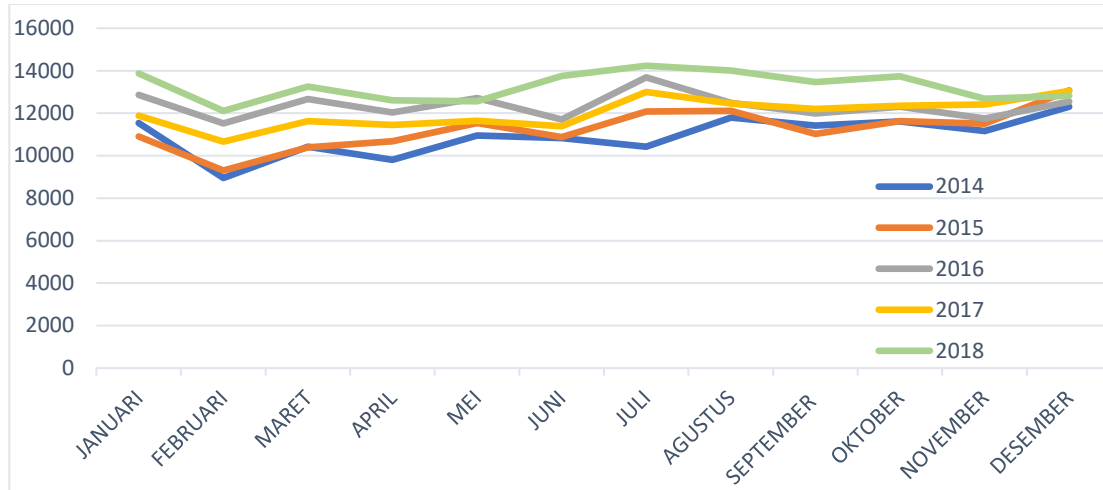
1. Data Pergerakan pesawat 5 tahun terakhir

Data pergerakan pesawat perbulan dan total setahun untuk penerbangan pesawat udara dapat memberikan gambaran pola pergerakan pesawat udara yang terjadi setiap bulan dalam 1 tahun. Pola pergerakan pesawat yang akan ditinjau adalah pola pergerakan pesawat 5 tahun sebelumnya yaitu dari tahun 2014 - 2018. Berikut adalah data pergerakan pesawat udara di Bandar Udara Juanda Surabaya dari Tahun 2014-2018 :

Tabel 3. Jumlah Pergerakan Pesawat 5 Tahun terakhir

BULAN	TAHUN					Pertumbuhan %
	2014	2015	2016	2017	2018	
JANUARI	11535	10911	12866	11883	13866	4,71
FEBRUARI	8950	9303	11519	10661	12106	7,84
MARET	10420	10395	12667	11628	13260	6,21
APRIL	9804	10675	12032	11448	12611	6,50
MEI	10953	11534	12718	11650	12558	3,48
JUNI	10827	10875	11707	11388	13759	6,17
JULI	10426	12076	13688	12997	14234	8,09
AGUSTUS	11799	12106	12480	12451	14002	4,37
SEPTEMBER	11411	11027	11987	12201	13465	4,22
OKTOBER	11610	11631	12300	12348	13735	4,29
NOVEMBER	11167	11501	11746	12417	12681	3,23
DESEMBER	12306	13075	12545	13045	12822	1,03
TOTAL	131208	135109	148255	144117	159099	4,94

Sumber : AirNav Indonesia cabang madya Surabaya tahun 2019



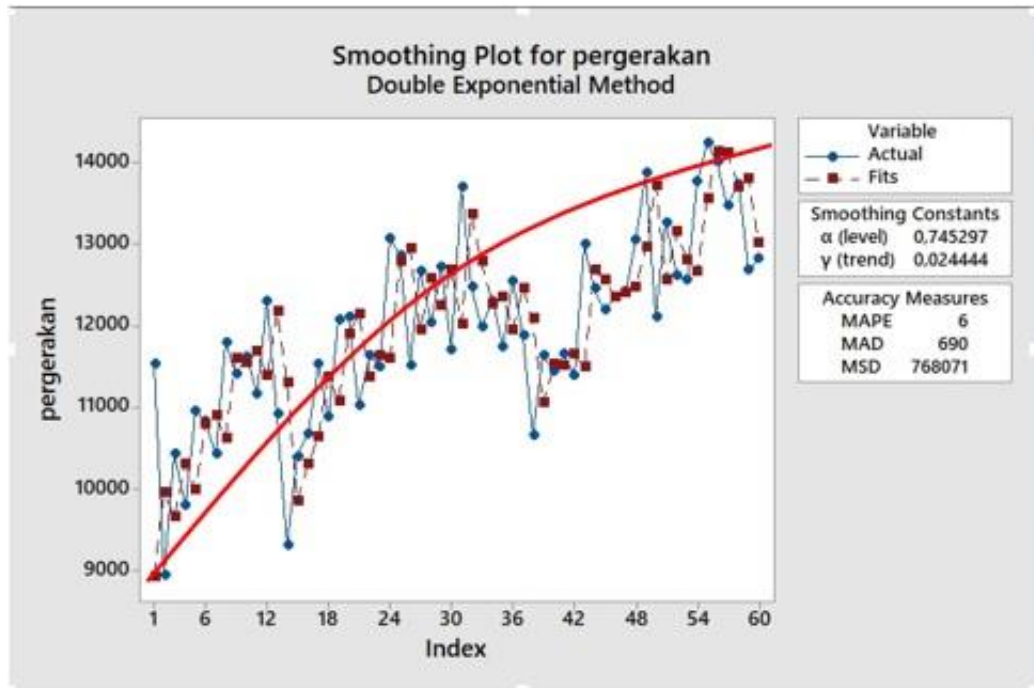
Gambar 11. Grafik Pergerakan pesawat 5 tahun terakhir per tahun

Berdasarkan data 5 tahun terakhir, terdapat kenaikan jumlah pergerakan pesawat dari tahun 2014 hingga 2016. Tetapi pada tahun 2017 mengalami penurunan jumlah pergerakan pesawat sebanyak 3,2 % dari tahun 2016. Pada Tahun 2018, kenaikan jumlah pergerakan pesawat hingga 10,4 % dari tahun 2017.

2. Prediksi Pergerakan pesawat udara menggunakan metode *Smoothing Ekspensial* ganda satu parameter

Berdasarkan data jumlah total pergerakan pesawat udara di *runway* 2006 – 2010 baik penerbangan domestik maupun penerbangan internasional menunjukkan pola data *trend linier*. Maka dilakukan Prediksi dengan analisa Metode *Smoothing Ekspensial* Ganda Satu Parameter (Linier) dari Brown yang menggunakan pembobotan data masa lalu secara eksponensial yaitu semakin kecil untuk data yang sebelumnya.

Nilai *forecast error* paling kecil adalah dengan $\alpha = 0,75$, sesuai dengan penghitungan melalui minitab 19, dengan $\alpha = 0,75$ maka nilai MAPE adalah 6 dan merupakan nilai terkecil.



Gambar 12 . *Smoothing Plot* menggunakan Minitab19

Penghitungan Prediksi menggunakan metode eksponensial ganda satu parameter dengan $\alpha = 0,75$ sebagai berikut :

Bulan ke – 2 (Februari 2014), $X_2 = 8950$

a. Perhitungan Eksponensial Tunggal

$$S'_t = \alpha X_t + (1-\alpha) S'_{t-1}$$

$$\begin{aligned} S'_2 &= 0,75 (8950) + (1-0,75) 11535 \\ &= 6712,5 + (0,25 \times 11535) \\ &= 9596,25 \end{aligned}$$

b. Perhitungan Eksponensial Ganda

$$S_t'' = \alpha S_t' + (1-\alpha) S_{t-1}''$$

$$S_2'' = 0,75 (9596,25) + 0,25 (11535)$$

$$= 7197,2 + 2883,75$$

$$= 10081$$

c. Perhitungan Nilai a

$$a_t = 2 S_t' - S_t''$$

$$a_2 = 2 (9596,25) - 10081$$

$$= 19192,5 - 10081$$

$$= 9111,5$$

d. Perhitungan Nilai b

$$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha} (S_t' - S_t'')$$

$$b_2 = \frac{0,75}{0,25} (9596,25 - 10081)$$

$$= - 1454,06$$

e. Prediksi Untuk Bulan ke -3 (Maret 2014), m=1

$$F_{t+m} = a_t + b_t$$

$$F_{2+1} = 9111,5 + (- 1454,06)$$

$$F_{Maret\ 2014} = 11155$$

f. Prediksi Untuk Bulan ke-61 (Jan 2019), m=1

$$F_{61} = a_{60} + b_{60} (1)$$

$$F_{Januari\ 2019} = 12813,18 + 79,31 \times 1$$

$$= 12892,5$$

g. Prediksi Untuk Bulan ke-62 (Feb 2019), $m=2$

$$F_{62} = a_{60} + b_{60} (2)$$

$$\begin{aligned} F_{\text{Februari 2019}} &= 12813,18 + (79,31 \times 2) \\ &= 26485,40 \end{aligned}$$

Demikian seterusnya untuk data selanjutnya dan dapat dilihat pada lampiran. Data yang diperoleh menunjukkan suatu pola data yang linier. jumlah total prediksi pergerakan pesawat di Bandar Udara Juanda Surabaya dari tahun 2019-2028 yaitu:

Tabel 4. Rekapitulasi Prediksi pergerakan pertahun

NO	TAHUN	JUMLAH PERGERAKAN
1	2019	159945
2	2020	171366
3	2021	182787
4	2022	194208
5	2023	205629
6	2024	217050
7	2025	228471
8	2026	239892
9	2027	251313
10	2028	262734

Berdasarkan tabel 5 diperoleh jumlah pergerakan total pesawat untuk tahun 2019, 2020,2021,2022, dan 2023 dengan asumsi bahwa faktor – faktor yang mempengaruhi pertumbuhan pergerakan pesawat, salah satunya adalah pertumbuhan ekonomi tetap hingga tahun 2023.

3. Penghitungan Kapasitas Landasan Pacu (*Runway Capacity*) di Bandar Udara Juanda Surabaya

Kapasitas Landasan Pacu atau *Runway Capacity* adalah merupakan suatu bilangan yang menunjukkan kemampuan Landasan Pacu dalam memberikan pelayanan pergerakan pesawat dengan kondisi yang masih dapat diterima. Kapasitas Landasan Pacu juga didefinisikan sebagai sebuah besaran yang biasanya ditampilkan dalam pergerakan per jam, yang menunjukkan kemampuan sebuah Landasan Pacu dalam menampung pergerakan *take off* dan *landing*.

Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya menggunakan teori ruang waktu atau "*space-time concept*" yang terdapat pada FAA *Airport Capacity and Delay* (AC 150/5060-5). konsep ini berpedoman pada jarak pisah aman, dimana 2 pesawat tidak mungkin dilayani bersamaan, baik untuk lepas landas maupun pendaratan, serta pendaratan akan mendapatkan prioritas dibanding dengan lepas landas. Sehingga perhitungan yang digunakan adalah konsep jarak pisah aman yang diperlukan yang dinyatakan dalam waktu tempuh. Waktu yang diperlukan untuk operasi masing-masing pesawat akan dihitung hingga dapat diketahui berapa banyak operasi pesawat yang dapat ditangani oleh Landasan Pacu pacu pada setiap satuan waktu tertentu. Untuk

penghitungan *Time of Arrival* dan *Time of Departure*, Bandar Udara Juanda Surabaya menggunakan data empiris dan memakai data yang tertinggi dari rata-rata waktu yang diperlukan pesawat untuk clear of runway pada arrival dan start turning pada departure. Sesuai dengan Doc.9426 ATS Planning Manual Part II Appendix C *Techniques for ATC Sector/Position Capacity Estimation* menyebutkan bahwa ATC unit tidak dapat beroperasi pada kapasitas penuh pada operasi pengaturan lalu lintas penerbangan, karena ada beberapa variabel yang secara signifikan mengurangi kapasitas pada waktu tertentu. Oleh karena itu, dianjurkan untuk mengadopsi persentase antara 80% dan 90%, dengan demikian memberikan lebih banyak fleksibilitas untuk nilai kapasitas, yaitu jarak aman untuk melindungi keselamatan operasi udara.

Perhitungan *runway capacity* sesuai FAA Airport Capacity and Delay (AC 150/5060-5) dipengaruhi oleh faktor-faktor antara lain :

- a. *Separation between take-off and take-off, between take-off and landing, and separation between landing and landing;*
- b. *runway lay out and aerodrome lay out ;*
- c. *number of high speed exit taxiway(s) ;*

Konsep ini memerlukan data yang *real time* di lapangan dilakukan pengamatan dan pencatatan sehingga didapat perhitungan seperti di bawah ini.

$$\text{Runway Capacity} = \frac{3600 \text{ Second}}{\text{Time of Arrival} + \text{Time of Departure} + \text{Contingency}}$$

Tabel 5. Kecepatan Pesawat Tiap Kategori

Kategori	Kecepatan Mendarat
A	< 90 knots
B	91 knots - 120 knots
C	121 knots - 140 knots
D	141 knots - 165 knots

3.1 Kapasitas untuk Keberangkatan

Kapasitas Landasan Pacu untuk keberangkatan dibagi 2 sesuai dengan pemakaian landasan pacu yaitu 10 dan 28. Waktu yang dibutuhkan untuk *take off* tiap pesawat mempunyai performance yang berbeda sehingga perlu dibagi sesuai kategori pesawatnya. Sehingga dapat dilihat dari tabel 6.

Tabel 6. Kapasitas Keberangkatan

KATEGORI PESAWAT	SINGLE RUNWAY			
	10		28	
B	$3600 : (310) = 11,6$	12	$3600 : (380) = 9,5$	10
C	$3600 : (260) = 13,8$	14	$3600 : (260) = 13,8$	14
D	$3600 : (290) = 12,4$	12	$3600 : (290) = 12,4$	12

3.2 Kapasitas Untuk Kedatangan

Kapasitas Landasan Pacu untuk keberangkatan dibagi 2 sesuai dengan pemakaian landasan pacu yaitu 10 dan 28. Waktu yang dibutuhkan untuk *landing* tiap pesawat mempunyai *performance* yang berbeda sehingga perlu dibagi sesuai kategori pesawatnya. Sehingga dapat dilihat dari tabel 7.

Tabel 7. Kapasitas Kedatangan

KATEGORI PESAWAT	SINGLE RUNWAY			
	10		28	
B	3600 : (185)= 19,4	19	3600 : (185)= 19,4	19
C	3600 : (175)= 20,5	21	3600 : (175)= 20,5	21
D	3600 : (165)= 22	22	3600 : (165)= 22	22

4. Penghitungan Prediksi Jam Puncak dan Hari Puncak di Bandar Udara Juanda Surabaya

Jam Puncak merupakan jumlah pergerakan pesawat terbanyak pada satu jam, sedangkan hari puncak merupakan jumlah pergerakan pesawat terbanyak pada satu hari.

Tabel 8. Jumlah Pergerakan Pesawat Berdasarkan Jam Puncak dan Hari Puncak Tahun 2014 – 2018

No	Tahun	Jam Puncak		Hari		
		Waktu	Pergerakan	Hari	Tanggal	Pergerakan
1	2014	10.00 - 10.59	32	FRI	22-Dec-14	396
2	2015	12.00 - 12.59	35	THU	11-Oct-15	398
3	2016	10.00 - 10.59	37	WED	2-Jan-16	396
4	2017	06.00 - 06.59	35	THU	1-Oct-17	390
5	2018	18.00 - 18.59	37	THU	08-Sep-18	415

Sumber : Data & Reporting ATS Bandar Udara Juanda

Dengan menggunakan cara yang sama diperoleh hasil sebagai berikut untuk Prediksi hari puncak sesuai dengan data yang terdapat pada tabel 9.

Tahun ke – 2 (2015), $X_2 = 398$

a. Perhitungan Eksponensial Tunggal

$$S'_t = \alpha X_t + (1-\alpha) S'_{t-1}$$

$$\begin{aligned} S'_2 &= 0,1 (398) + (1-0,1) 396 \\ &= 39,8 + (0,9 \times 396) \\ &= 396,2 \end{aligned}$$

b. Perhitungan Eksponensial Ganda

$$S''_t = \alpha S'_t + (1-\alpha) S''_{t-1}$$

$$\begin{aligned} S''_2 &= 0,1 (396,2) + 0,9 (396) \\ &= 39,62 + 356,4 \\ &= 396 \end{aligned}$$

c. Perhitungan Nilai a

$$a_t = 2 S'_t - S''_t$$

$$\begin{aligned} a_2 &= 2 (396,2) - 396 \\ &= 792,4 - 396 \\ &= 396,4 \end{aligned}$$

d. Perhitungan Nilai b

$$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha} (S'_t - S_t'')$$

$$\begin{aligned} b_2 &= \frac{0,1}{0,9} (396,2 - 396) \\ &= 0,02 \end{aligned}$$

e. Prediksi Untuk Tahun ke -3 (2016), m=1

$$F_{t+m} = a_t + b_t m$$

$$\begin{aligned} F_{2+1} &= 398,76 + (0,02 \times 1) \\ &= 398,79 \end{aligned}$$

f. Prediksi Untuk Tahun ke- 6(2019), m=1

$$F_6 = a_5 + b_5 m$$

$$\begin{aligned} F_{2019} &= 394,75 + (0,225 \times 1) \\ &= 395 \end{aligned}$$

g. Prediksi Untuk Tahun ke-7 (2020), m=2

$$F_7 = a_5 + b_5 (2)$$

$$\begin{aligned} F_{2020} &= 394,75 + (0,225 \times 2) \\ &= 395 \end{aligned}$$

Demikian seterusnya untuk data selanjutnya dan dapat dilihat pada lampiran. Data yang diperoleh menunjukkan suatu pola data yang linier. jumlah total prediksi pergerakan pesawat di Bandar Udara Juanda Surabaya dari tahun 2019-2028 yaitu :

TABEL 9. Perhitungan Pergerakan Pesawat Rata Rata Per Hari

No	Bulan	Prediksi
1	2019	395
2	2020	395
3	2021	395
4	2022	396
5	2023	396
6	2024	396
7	2025	396
8	2026	397
9	2027	397
10	2028	397

Dengan menggunakan cara yang sama diperoleh hasil sebagai berikut untuk Prediksi jam puncak sesuai dengan data yang terdapat pada tabel 9.

Tahun ke – 2 (2015), $X_2 = 35$

a. Perhitungan Eksponensial Tunggal

$$S'_t = \alpha X_t + (1-\alpha) S'_{t-1}$$

$$S'_2 = 0,1 (35) + (1-0,1) 32$$

$$= 3,5 + (0,9 \times 32)$$

$$= 32,3$$

b. Perhitungan Eksponensial Ganda

$$S''_t = \alpha S'_t + (1-\alpha) S''_{t-1}$$

$$\begin{aligned}
 S_2'' &= 0,1 (32,3) + 0,9 (32) \\
 &= 3,23 + 28,8 \\
 &= 32
 \end{aligned}$$

c. Perhitungan Nilai a

$$\begin{aligned}
 a_t &= 2 S_t' - S_t'' \\
 a_2 &= 2 (32,3) - 32 \\
 &= 64,6 - 32 \\
 &= 32,57
 \end{aligned}$$

d. Perhitungan Nilai b

$$\begin{aligned}
 b_t &= \frac{\alpha}{1-\alpha} (S_t' - S_t'') \\
 b_2 &= \frac{0,1}{0,9} (32,3 - 32) \\
 &= 0,027
 \end{aligned}$$

e. Prediksi Untuk Tahun ke -3 (2016), m=1

$$\begin{aligned}
 F_{t+m} &= a_t + b_t m \\
 F_{2+1} &= 35,38 + (0,027 \times 1) \\
 &= 35,41
 \end{aligned}$$

f. Prediksi Untuk Tahun ke- 6(2019), m=1

$$\begin{aligned}
 F_6 &= a_5 + b_5 m \\
 F_{2019} &= 35,38 + (0,018 \times 1)
 \end{aligned}$$

$$= 35,40$$

- g. Prediksi Untuk Tahun ke-7 (2020), $m=2$

$$F_7 = a_5 + b_5 (2)$$

$$F_{2020} = 35,38 + (0,018 \times 2)$$

$$= 35,42$$

Demikian seterusnya untuk data selanjutnya dan dapat dilihat pada tabel berikut ini :

TABEL 10. Perhitungan Prediksi Pergerakan Rata Rata Pesawat Per Jam

NO	TAHUN	Ramalan
		A+B (m)
1	2019	35
2	2020	35
3	2021	35
4	2022	35
5	2023	36
6	2024	37
7	2025	38
8	2026	38
9	2027	38
10	2028	38

5. Perhitungan *Delay*

Prosentase komposisi *takeoff* dan *landing* untuk masing-masing kategori pesawat diperlukan untuk penghitungan *delay departure* dan *delay arrival* dari data tanggal 08 September 2018 (mengambil data dengan sampel di jam pergerakan paling banyak di tahun 2010 pada 18.00 – 18.59 UTC).

Tabel 11 . Prosentase dan Jumlah *Takeoff* dan *Landing*

Jenis Pergerakan	Jumlah Pergerakan Perjam	Prosentase
<i>Takeoff</i>	17	46 %
<i>Landing</i>	20	54 %
<i>Takeoff dan Landing</i>	37	100 %

Penghitungan *delay departure* rata – rata untuk kondisi tanggal 08 September 2018 dengan rumus berikut (*Horonjeff McKelvey*, 1994):

$$W_d = \frac{\lambda_d (\sigma_d^2 + \frac{1}{\mu_d})}{2 (1 - \frac{\lambda_d}{\mu_d})}$$

Dimana :

W_d = *delay* rata-rata untuk *departure*

λ_d = tingkat *departure* rata-rata

μ_d = *service time* rata-rata *departure* atau kapasitas maksimum

Landasan Pacu pacu / kapasitas Landasan Pacu pacu

σ_d = standar deviasi *service time departure*

$$\lambda_d = 17 \text{ Pergerakan / jam}$$

$$\sigma_d = 0$$

$$\mu_d = 34 \text{ pergerakan/jam}$$

$$W_d = \frac{17 \left(0^2 + \frac{1}{34^2}\right)}{2 \left(1 - \frac{17}{34}\right)}$$

$$= 0,014 \text{ jam}$$

$$= 0,8 \text{ menit} = 1 \text{ Menit}$$

Sedangkan perhitungan *delay arrival* rata-rata dilakukan dengan rumus sebagai berikut (*Horonjeff McKelvey*, 1994):

$$W_a = \frac{\lambda_a \left(\sigma_a^2 + \frac{1}{\mu_a^2}\right)}{2 \left(1 - \frac{\lambda_a}{\mu_a}\right)}$$

Dimana :

W_a = *delay* rata-rata untuk *arrival*

λ_a = tingkat *arrival* rata-rata

μ_a = *service time rata-rata arrival* atau kapasitas maksimum
Landasan Pacu pacu / kapasitas Landasan Pacu pacu

σ_a = *standar deviasi service time arrival*

$$\lambda_a = 20 \text{ pergerakan / jam}$$

$$\sigma_a = 0$$

$$\mu_a = 34 \text{ pergerakan / jam}$$

$$W_a = \frac{20(0 + \frac{1}{34^2})}{2(1 - \frac{20}{34})}$$

$$= 0,02 \text{ jam}$$

$$= 1,2 \text{ menit}$$

Dari data diatas, dapat diketahui bahwa rata rata delay untuk pesawat yang akan berangkat adalah 1 menit. Data tersebut hanya untuk pesawat yang akan menggunakan Landasan Pacu untuk berangkat, diluar perhitungan *delay taxi*, maupun *delay start/Pushback*. Sementara untuk pesawat yang datang terjadi keterlambatan sekitar 1, 2 menit.

6. Perhitungan ROTD dan ROTL

Perhitungan *Runway Occupancy Time* (ROT) diperoleh dari survei pergerakan pesawat yang *Takeoff* dan *Landing* selama 7 Hari di tahun 2019 berturut turut pada waktu jam puncak. Rata-Rata pergerakan pada saat jam puncak adalah 32 Pergerakan per jam.

Berikut ini hasil kajian perhitungan *Runway Occupancy Time* di Bandar Udara Internasional Juanda tanggal :

Penghitungan Tahun 2019 didapatkan nilai *ROT* sebagai berikut :

a. RWY 10

ROTD

Tabel 12 . Rekapitulasi MROTD berdasarkan kategori Pesawat

Kategori	Total ROTT (detik)	Jumlah Pesawat	Rata-rata ROTD (detik)	Ket
A	0	0	0	< 90 knots
B	1629	13	125	91 knots - 120 knots
C	5938	50	119	121 knots - 140 knots
D	4373	35	125	141 knots - 165 knots
Rata			123	

Dari data diatas, untuk pesawat dengan kategori B jumlah rata-rata ROTD yaitu 125 Detik, untuk kategori C yaitu 119 detik, sedangkan untuk kategori D yaitu 125 detik.

ROTL

Tabel 13. Rekapitulasi MROTL berdasarkan kategori Pesawat

Kategori	Total ROTL (detik)	Jumlah Pesawat	MROTL (detik)	Ket
A*	-	-	-	< 90 knots
B	1259	20	63	91 knots - 120 knots
C	2065	32	65	121 knots - 140 knots
D	3210	52	62	141 knots - 165 knots
Rata			63	

Tanda * : Kategori pesawat A tidak beroperasi di Bandar udara Juanda

Dari data diatas, untuk pesawat dengan kategori B jumlah rata-rata ROTL yaitu 63 Detik, untuk kategori C yaitu 65 detik, sedangkan untuk kategori D yaitu 62 detik.

Sehingga bisa disimpulkan bahwa rata – rata untuk nilai ROTD dan ROTL Runway 10 adalah :

MROTD : 123 detik

MROTL : 63 detik

b. RWY 28

ROTD

Tabel 14. Rekapitulasi MROTD berdasarkan kategori Pesawat

Kategori	Total ROTT (detik)	Jumlah Pesawat	MROTD (detik)	Ket
A*	-	-	-	< 90 knots
B	1238	10	124	91 knots - 120 knots
C	3215	28	115	121 knots - 140 knots
D	3955	35	113	141 knots - 165 knots
Rata			117	

Tanda * : Kategori pesawat A tidak beroperasi di Bandar udara Juanda

Dari data diatas, untuk pesawat dengan kategori B jumlah rata-rata ROTD yaitu 124 Detik, untuk kategori C yaitu 115 detik, sedangkan untuk kategori D yaitu 113 detik.

ROTL

Tabel 15. Rekapitulasi MROTL berdasarkan kategori Pesawat

Kategori	Total ROTL (detik)	Jumlah Pesawat	MROTL (detik)	Ket
A*	-	-	-	< 90 knots
B	573	9	64	91 knots - 120 knots
C	762	13	59	121 knots - 140 knots
D	2256	39	58	141 knots - 165 knots
Rata			60	

Tanda * : Kategori pesawat A tidak beroperasi di Bandar udara Juanda

Dari data diatas, untuk pesawat dengan kategori B jumlah rata-rata ROTL yaitu 64 Detik, untuk kategori C yaitu 59 detik, sedangkan untuk kategori D yaitu 58 detik.

Dapat disimpulkan bahwa rata – rata untuk nilai ROTD dan ROTL Runway 28 adalah :

MROTD : 117 detik

MROTL : 60 detik

Hasil analisis untuk Fisik Kapasitas Landasan Pacu selama 1 Jam dan diubah ke detik diambil data terbesar yaitu dari MROTD.

Tabel 16. Data Fisik Kapasitas Landasan Pacu

	Kapasitas	
	RWY	RWY
Formula	10	28
PCR= 3600/MROT	29	31

Berdasarkan data diatas untuk kapasitas Landasan Pacu diambil data terkecil, jadi dari data pengamatan untuk ROTD dan ROTL menghasilkan kapasitas Landasan Pacu sebesar 29 pergerakan perjam. Jumlah ini lebih kecil dari rata-rata peak hours Bandar Udara Juanda yaitu 32 pergerakan perjam. Hal ini menyebabkan keterlambatan bagi pesawat.

ROTD dan ROTL hasil pengamatan juga lebih besar dari ketentuan yang telah dikeluarkan oleh AIRNAV Surabaya untuk ROTD yaitu 100 detik dan 60 detik untuk ROTL sedangkan untuk kapasitas Landasan Pacu yaitu 34 pergerakan per jam.

Berdasarkan hasil prediksi jam puncak di tahun 2020-2023, pergerakan perjamnya yaitu sampai 36 pergerakan. Sehingga dengan asumsi tersebut maka perlu dilakukan penambahan kapasitas Landasan Pacu dengan mengurangi jumlah ROTD dan ROTL.

Tabel 17. Penambahan Kapasitas Landasan Pacu dengan Pengurangan ROT

Pergerakan Pesawat perjam	<i>Contingency</i> 20%	Kapasitas Landasan Pacu	ROT Detik/Pesawat
36	2	34	100
38	2	36	95

Dari data diatas untuk mencapai jumlah kapasitas 36 pegerakan, maka waktu ROTD harus dipersingkat menjadi 95 Detik. Oleh karena itu langkah untuk mengurangi *runway occupancy time* dapat dilakukan dengan cara :

- a. Menerbitkan informasi dan prosedur eksternal kepada *Airlines* terkait dengan pengurangan atau minimalisasi *runway occupancy time* (dalam bentuk AIP).
- b. Membuat prosedur lokal yang berisi tentang penyampaian *taxiway* untuk *vacate* kepada pesawat *arrival* ketika memberikan *clearance* untuk *landing*.
- c. penyampaian *taxiway* yang dikehendaki untuk *vacate* pada saat pemberian *clearance* untuk *landing*, maka penulis memberikan saran untuk penambahan *phraseology* untuk *landing* seperti berikut :

“*EXPECT VACATE VIA (taxiway) RUNWAY (number) CLEARED TO LAND*”.

Hal ini tentu dilakukan dengan tetap memperhatikan *performance* pesawat, keadaan *runway* serta kondisi *meteorological* saat itu seperti yang tertera di *Doc. 4444 ATM Sixteenth Edition Chapter 7.10.3.1 dan 7.10.3.2* tentang *Landing and roll-out manoeuvres*.

7.10.3.1 *When necessary or desirable in order to expedite traffic, a landing aircraft may be requested to:*

- a) hold short of an intersecting runway after landing;*
- b) land beyond the touchdown zone of the runway;*
- c) vacate the runway at a specified exit taxiway;*
- d) expedite vacating the runway*

7.10.3.2 *In requesting a landing aircraft to perform a specific landing and/or roll-out manoeuvre, the type of aircraft, runway length, location of exit taxiways, reported braking action on runway and taxiway, and prevailing meteorological conditions shall be considered. A HEAVY aircraft shall not be requested to land beyond the touchdown zone of a runway artinya :*

7.10.3.1 Ketika dibutuhkan ataupun diinginkan dalam rangka mempercepat *traffic*, pesawat yang landing dapat diminta untuk :

- a) berhenti sejenak di persimpangan *runway* setelah *landing*;
- b) mendarat dengan melampaui zona *touchdown* pada *runway*;
- c) keluar *runway* pada *exit taxiway* yang spesifik;
- d) mempercepat proses keluar dari *runway*

7.10.3.2 Dalam hal meminta pesawat yang sedang landing untuk melaksanakan landing yang lebih spesifik dan/atau manuver tertentu, tipe pesawat, panjang *runway*, lokasi *exit taxiway*, laporan kondisi pengereman pada *runway* dan *taxiway*, serta kondisi *meteorological* harus diperhitungkan. Sebuah pesawat *HEAVY* tidak boleh diminta untuk mendarat melampaui *touchdown zone* pada *runway*.

Hal ini diharapkan pada saat melakukan *approach*, pilot dapat memperhitungkan kondisi-kondisi tersebut sehingga mampu untuk *vacate* sesuai dengan taxiway yang diminta oleh ATCo.

- d. Mempublikasikan kondisi arus lalu lintas di Bandar Udara Internasional Juanda serta peraturan-peraturan dan informasi tentang minimalisasi ROT yang dilengkapi dengan saran dan koordinasi antara ATC dan pilot.

Penambahan kapasitas Landasan Pacu menjadi 36 Pergerakan perjam dengan mengurangi ROT maksimal. Hal ini disebabkan karena Bandar Udara Juanda Surabaya hanya mempunyai 1 (satu) Landasan Pacu atau *single runway*. Dalam *Airport Capacity and Delay* oleh Horonjeff disebutkan “*Runway Capacity can be increased 5% in the case of single runway airport by reducing ROT*” artinya kapasitas Landasan Pacu dapat ditingkatkan 5% dalam Bandar Udara yang mempunyai *single runway* dengan mengurangi ROT. Oleh sebab itu, maka berdasarkan data prediksi pergerakan pesawat dalam *peak hours*, pengurangan ROT hanya efektif sampai dengan 2023.

7. Penambahan *Rapid Exit Taxiway*

Perencanaan letak *exit taxiway* ditentukan berdasarkan dari kecepatan pesawat sesaat belum meyentuh Landasan Pacu sampai berbelok ke *exit taxiway*. Letak *exit taxiway* dihitung dari ujung *runway* sampai dengan *exit taxiway*. Sedangkan mencari letak *exit taxiway* dari ujung Landasan Pacu adalah hasil dari penjumlahan jarak dari ujung

Landasan Pacu ke titik *touchdown* (D1) dan jarak titik *touchdown* ke *exit taxiway* (D2) (Horonjeff & McKelvey, 1994).

Penentuan letak *exit taxiway* berdasarkan dari jarak yang dibutuhkan setiap kategori pesawat untuk mendarat, dan bukan hanya letak saja namun setiap kategori pesawat membutuhkan sudut *exit taxiway* yang berbeda-beda.

Tabel 18. Data Kecepatan dan Perlambatan Pesawat

Kategori Pesawat	V_{ot} (m/dt)	V_{td} (m/dt)	V_e (m/dt)			α_1 (m/dt ²)	α_2 (m/dt ²)
			Sudut 30 °	Sudut 45 °	Sudut 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

Keterangan :

- V_{ot} = kecepatan pendaratan
- V_{td} = kecepatan *touchdown*
- V_e = kecepatan keluar *exit taxiway*
- α_1 = perlambatan diudara
- α_2 = perlambatan didarat

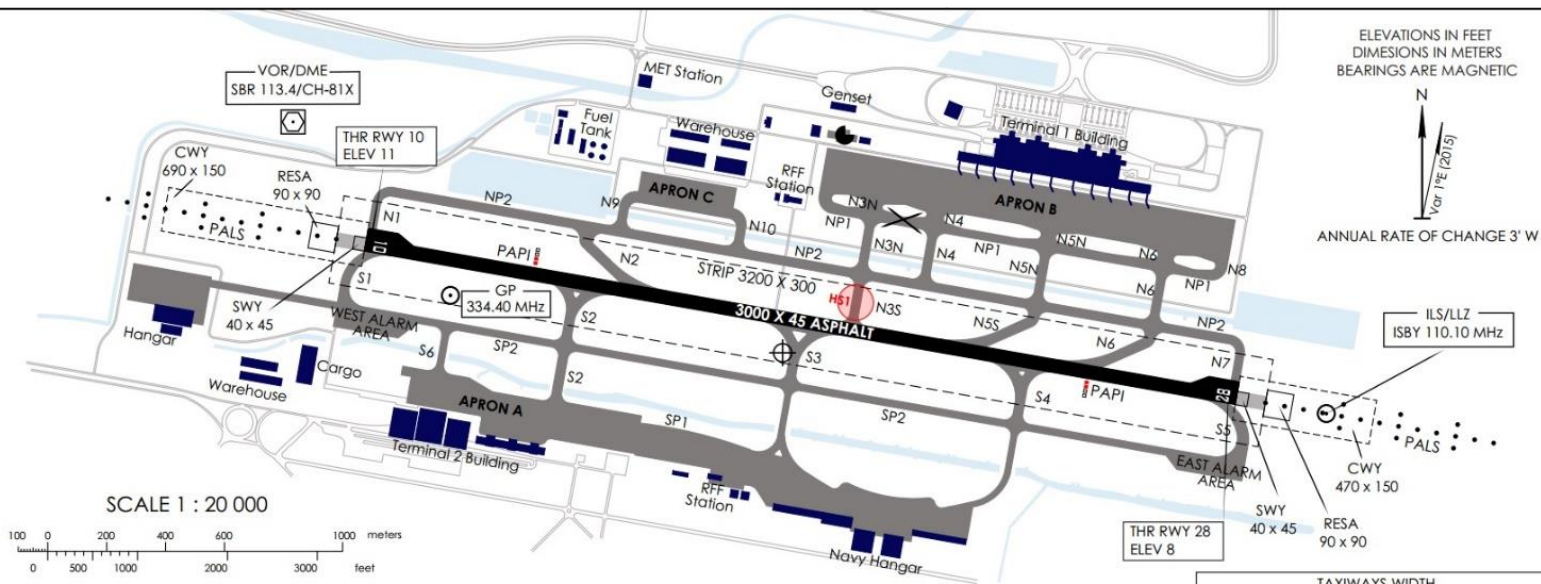
Kondisi saat ini, Bandar Udara Juanda Surabaya telah memiliki 3 *Rapid exit taxiway* dengan sudut 30°, yaitu N2 untuk pendaratan *runway* 28 lalu N5S dan N6 untuk pendaratan *runway* 10.

Berdasarkan hasil pengamatan pergerakan pesawat yang landing menggunakan *runway* 10 dalam *peak hours* diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 19. Data *Rapid Exit Taxiway* menggunakan *Runway 10*

Exit Taxiway	Jumlah	%	MROTL
N5	9	60,0	54
N6	1	6,7	62,0
N3	3	20,0	61,3
S3	1	6,7	53
S4	1	6,7	41

Dari data tersebut dapat disimpulkan penggunaan *Rapid Exit Taxiway* untuk *Runway 10* paling banyak menggunakan N5 dengan rata-rata memerlukan waktu 54 detik untuk meninggalkan Landasan Pacu. Sehingga waktu yang dibutuhkan untuk meninggalkan Landasan Pacu melalui N5 lebih kecil daripada ROTL yang ditetapkan Bandar Udara Juanda yaitu 60 detik.



Gambar 13 . *Layout Runway dan Taxiway* Bandar Udara Juanda Surabaya

Untuk pengamatan pergerakan pesawat yang landing menggunakan runway 28 dalam *peak hours* diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 20. Data *Rapid Exit Taxiway* menggunakan Runway 28

Exit Taxiway	Jumlah	%	MROTL
N2	8	53,3	54,5
N3	1	6,7	45,0
S2	4	26,7	60,8

Dari data tersebut dapat disimpulkan penggunaan *Rapid Exit Taxiway* untuk Runway 28 paling banyak menggunakan N2 dengan rata-rata memerlukan waktu 54,5 detik untuk meninggalkan Landasan Pacu. Sehingga waktu yang dibutuhkan untuk meninggalkan Landasan Pacu melalui N5 lebih kecil daripada ROTL yang ditetapkan Bandar Udara Juanda yaitu 60 detik.

Berdasarkan data dari penggunaan *Rapid Exit Taxiway* dengan menggunakan Runway 10 maupun 28 masih cukup untuk melayani pergerakan pesawat pada *peak Hours*. Sehingga untuk penambahan *Rapid Exit Taxiway* tidak diperlukan untuk dapat meningkatkan kapasitas Landasan Pacu.

8. Penambahan Landasan Pacu

Kapasitas Landasan Pacu bandar udara khususnya Bandar Udara Juanda sangatlah terbatas bila dibandingkan dengan permintaan *airlines* seperti yang sudah dijabarkan di atas bahwa kapasitas Landasan Pacu bandar udara yang hanya 34 pergerakan per jam harus menampung 37 pergerakan

per jam pada tahun 2018 dan perkiraan akan mencapai 38 pergerakan pada tahun 2028.



Gambar 14. Perencanaan penambahan Landasan Pacu

Sesuai gambar diatas maka untuk rencana penambahan Landasan Pacu harus dilakukan di sebelah timur Bandar Udara *eksisting*, karena di area tersebut merupakan area tambak yang sudah tidak digunakan dan bukan merupakan daerah konservasi dengan rencana reklamasi.

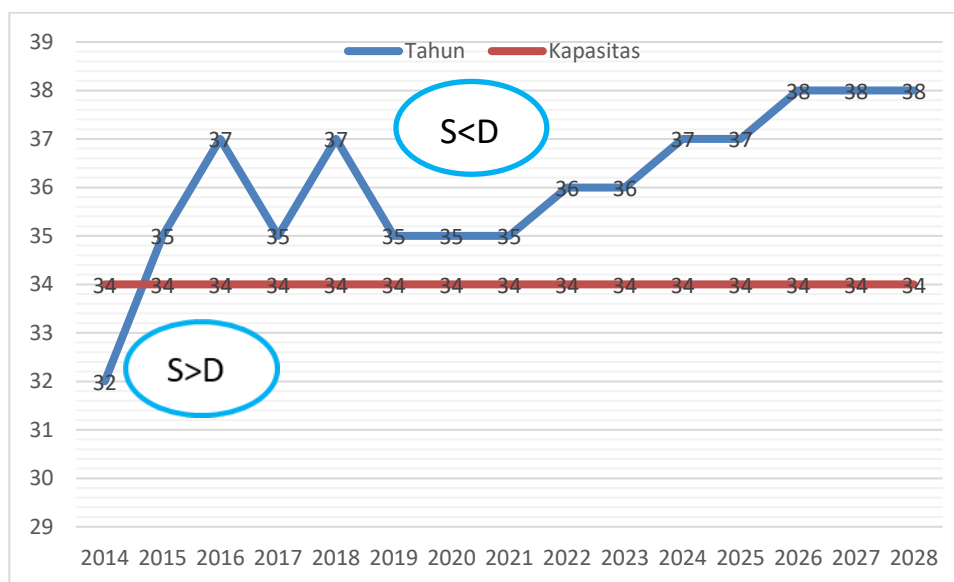
Runway Configuration	Mix Index, % (C + 3D)	Hourly Capacity, Operations per Hour		Annual Service Volume, Operations per Year
		VFR	IFR	
C 4,300' or more	0-20	197	119	370,000
	21-50	149	114	320,000
	51-80	126	111	305,000
	81-120	111	105	315,000
	121-180	103	99	370,000

Gambar 15. Rencana Konfigurasi Runway

Mengacu pada FAA *Airport Capacity and Delay* (AC150/5060-5), kondisi Bandar Udara Juanda saat ini dengan single runway mempunyai kapasitas 34 pergerakan maka Bandar Udara Juanda perlu menambahkan runway seperti yang terlihat pada gambar diatas sesuai FAA *Airport Capacity and Delay* No.2 dengan jarak pemisah yaitu 1300 Meter yang pergerakan maksimumnya adalah 99 pergerakan per jam.

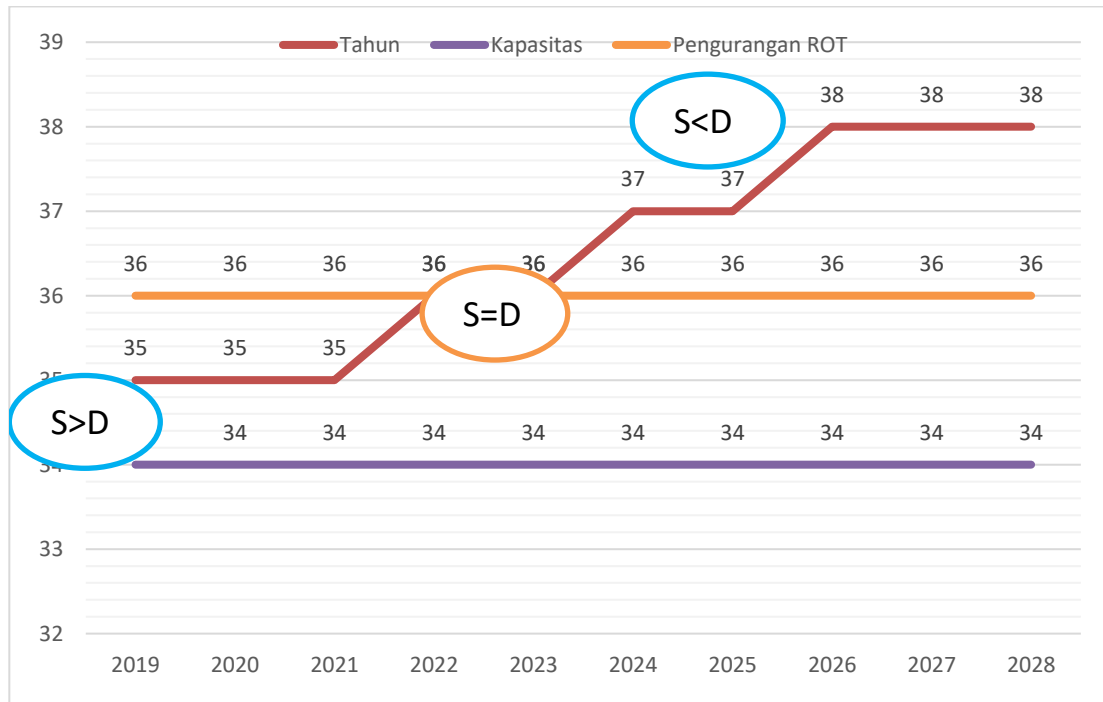
C. PEMBAHASAN

Berdasarkan data yang sudah dianalisa yaitu tentang kondisi Kinerja Landasan Pacu saat ini, Prediksi untuk kebutuhan pergerakan pesawat dan menganalisa masing masing alternatif solusi dalam penambahan kapasitas Landasan Pacu dapat dilihat dari grafik berikut :



Gambar 16. Grafik Kapasitas saat ini dengan Pergerakan Pesawat

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa pergerakan pesawat per jam saat ini dan 10 tahun mendatang melebihi kapasitas Landasan Pacu di bandar juanda Surabaya.



Gambar 17 .Grafik Penambahan Kapasitas dengan Pergerakan Pesawat

Berdasarkan tabel diatas dapat diperoleh data bahwa dalam peningkatan kapasitas Landasan Pacu adalah salah satunya dengan pengurangan ROT dan Penambahan *Exit Taxiway*. Dengan melakukan alternative tersebut maka peningkatan kapasitas Landasan Pacu menjadi 36 Pegerakan perjam dan masih mencukupi untuk melayani pergerakan hingga 2021, pada tahun 2022 dan 2023 jumlah kebutuhan pergerakan pesawat dan kapasitas Landasan Pacu adalah sama. Sehingga dengan kapasitas 36 pergerakan perjam sudah tidak efektif lagi. Dengan Penambahan Landasan

Pacu akan mampu meningkatkan kapasitas Landasan Pacu hingga 99 pergerakan perjam dengan yang dapat dimulai dari tahun 2021 untuk awal perencanaan penambahan Landasan Pacu agar di tahun 2024 kapasitas Landasan Pacu lebih besar dari kebutuhan pergerakan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kinerja Landasan Pacu Bandara Juanda Surabaya untuk saat ini masih kurang, karena kapasitas Landasan Pacu hanya 34 Pergerakan perjam sedangkan harus dapat melayani hingga 37 pergerakan perjam sehingga terjadi keterlambatan. Perlu dilakukan penambahan kapasitas Landasan Pacu karena untuk prediksi hingga tahun 2028 jumlah pergerakan mencapai 38 Pergerakan perjam.
2. Alternatif penambahan Landasan Pacu dapat dilakukan dengan cara mengurangi ROT, Menambah *Rapid Exit Taxiway* dan menambah Landasan Pacu. Dalam perhitungan ROT, kapasitas Landasan Pacu dapat ditingkatkan menjadi 36 Pergerakan perjam dengan mengurangi ROT yang semula 100 detik menjadi 95 Detik. Berdasarkan data perkiraan jumlah pergerakan, pengurangan ROT hanya efektif sampai tahun 2023 karena data perkiraan masih pada angka 36 jumlah pergerakan perjam. *Rapid exit taxiway* saat ini masih mencukupi dalam melayani pergerakan pesawat terutama untuk pesawat yang datang, sehingga untuk penambahan *Rapid Exit Taxiway* tidak diperlukan. Penambahan Landasan Pacu merupakan alternative terbaik dalam meningkatkan kapasitas Landasan Pacu. Sesuai dengan konfigurasi pada FAA *Airport Capacity and Delay* (AC150/5060-5), untuk penambahan Landasan Pacu menggunakan

pemisahan diatas 4.300 feet atau 1,3 KM, agar kapasitas Landasan Pacu menjadi 99 Pergerakan perjamnya.

B. SARAN

1. Pengembangan Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya. Pengembangan Landasan Pacu lebih cepat dibutuhkan dalam jangka pendek untuk meningkatkan kapasitas Landasan Pacu menjadi 99 pergerakan perjam.
2. Kolaborasi ATC dan pilot diperlukan untuk mengoptimalkan ROT terutama untuk segera meninggalkan Landasan Pacu
3. Berdasarkan data penelitian, untuk penambahan Landasan Pacu dimulai pada tahun 2021 atau 3 tahun sebelum jumlah kebutuhan melebihi kapasitas Landasan Pacu. Perencanaan penambahan kapasitas Landasan Pacu diawali dengan sumber pendanaan yang dapat diperoleh dari skema kerjasama Pemerintah dan Badan Usaha (KPBU) atau dengan pinjaman luar negeri lalu rencana lahan atau area reklamasi yang akan dibangun untuk penambahan Landasan Pacu.

DAFTAR PUSTAKA

- Directorate General Civil Aviation. (2019). AIP Supplement Runway Capacity For Juanda International Airport
- Doc. 4444 ATM/501 Procedure for Air Navigation Services Air Traffic Management
- FAA, Airport Capacity and Delay (AC150/5060-5), 1983, Washington, D.C.
- Ginting, H, <https://www.behance.net/Juanda-International-Airport>, 2015
- Horonjeff, R. (2015). Planning and Design of Airports.
- International Civil Aviation Organization Document 9157 Part II
- International Standards and recommended Practices Annex 11 Air Traffic Control
Service Flight information Service Alerting Service
- International Standards and recommended Practices Annex 14 Aerodrome Volume
I Aerodrome Design and Operations
- International Standards and recommended Practices Annex 6 Operation of aircraft
Part II International General Aviation-Aeroplanes
- Jinca, M.Y. (2013). Transportasi Laut Indonesia :Analisa Sistem dan Studi Kasus.
- Makridakis, Spyros., Wheelwright, S.C., McGee, V.E., (1995). Metode dan Aplikasi Peramalan.

Perum Airnav Cabang Surabaya, Penyampaian data penerbangan untuk penelitian , 2019, Surabaya.

Prabowo,A. Dkk. (2016), Aplikasi Metode Double Eksponensial Smoothing Brown dan Holt Untuk Meramalkan Total Pendapatan Bea dan Cukai

PT. Angkasa Pura 1. (2018). Master Plan Bandara Juanda Surabaya

Rizki, Y.S., Role of Low-Cost Airlines in Adisutjipto Airport Yogyakarta for Increasing Number of Domestic Touris

Wartoyo,B.P, Jinca,M.Y., Rahim,J., An Analysis Of The Noise Level At The Residential Area As The Impact Of Flight Operation At The International Airport Of Sultan Hasanuddin Maros In South Sulawesi Province.

Wening,I.U.W.N, Jinca,M.Y., Rahim,J., Level Of Utilization Of Sultan Hasanuddin International Airport

LAMPIRAN

DATA LANDING PESAWAT RUNWAY 28

1	WON1814	AT72	B	28	N2	75
2	WON1800	AT72	B	28	N3	55
3	KLS650	AT72	B	28	N3	55
4	WON1814	ATR72	B	28	N3	53
5	WON1800	ATR72	B	28	N3	67
6	WON1834	ATR72	B	28	N3	94
7	WON1800	ATR72	B	28	N2	59
8	WON1800	ATR72	B	28	N3	45
9	WON1814	ATR72	B	28	N2	70
10	BTK6370	A320	C	28	N2	62
11	BTK6370	A320	C	28	N2	65
12	CTV811	A320	C	28	N2	63
13	BTK6370	A320	C	28	N2	58
14	CTV811	A320	C	28	N2	54
15	CTV633	A320	C	28	N2	55
16	CTV645	A320	C	28	N2	54
17	IDX7692	A320	C	28	S2	53
18	CTV665	A320	C	28	N2	61
19	BTK6370	A320	C	28	N2	53
20	CTV811	A320	C	28	N2	60
21	GIA368	CRJX	C	28	S2	56
22	GIA368	CRJX	C	28	S2	68
23	LNI177	B739	D	28	N2	53
24	GIA302	B738	D	28	S2	72
25	LNI918	B738	D	28	N2	48
26	GIA449	B738	D	28	S2	66
27	GIA541	B738	D	28	S2	65
28	GIA304	B738	D	28	S2	62
29	LNI918	B738	D	28	N2	57
30	LNI801	B738	D	28	N2	55
31	GIA449	B738	D	28	S2	68
32	GIA449	B738	D	28	S2	63
33	LNI918	B738	D	28	N2	49
34	GIA541	B738	D	28	S2	62
35	GIA310	B738	D	28	S2	49
36	BTK6576	B738	D	28	N2	61
37	LNI837	B738	D	28	N2	45
38	GIA312	B738	D	28	S2	63
39	GIA302	B738	D	28	S2	60
40	GIA449	B738	D	28	S2	52
41	LNI918	B738	D	28	N2	47
42	GIA541	B738	D	28	S2	63
43	LNI861	B738	D	28	N2	53
44	LNI823	B739	D	28	N2	69

45	LNI691	B739	D	28	N1	97
46	LNI367	B739	D	28	N2	57
47	LNI748	B739	D	28	N2	62
48	LNI691	B739	D	28	N2	47
49	LNI748	B739	D	28	N2	55
50	LNI367	B739	D	28	N2	64
51	LNI683	B739	D	28	N2	62
52	LNI367	B739	D	28	N2	56
53	LNI691	B739	D	28	N2	66
54	LNI748	B739	D	28	N2	55
55	LNI683	B739	D	28	N2	44
56	LNI970	B739	D	28	N2	56
57	LNI695	B739	D	28	N2	52
58	LNI227	B739	D	28	N2	48
59	LNI691	B739	D	28	N2	48
60	LNI367	B739	D	28	N2	49
61	LNI683	B739	D	28	N2	56

DATA LANDING PESAWAT RUNWAY 10

1	KLS650	AT72	B	10	N3	64
2	WON1834	AT72	B	10	N3	66
3	WON1917	AT72	B	10	N3	54
4	WON1838	AT72	B	10	N3	52
5	KLS650	AT72	B	10	N3	54
6	WON1834	AT72	B	10	N3	47
7	WON1917	ATR72	B	10	N3	56
8	KLS650	ATR72	B	10	N3	67
9	WON1834	ATR72	B	10	N3	68
10	KLS650	ATR72	B	10	N3	69
11	WON1834	ATR72	B	10	N3	73
12	KLS650	ATR72	B	10	N3	67
13	WON1917	ATR72	B	10	N5	66
14	WON1834	ATR72	B	10	N3	70
15	KLS650	ATR72	B	10	N3	59
16	WON1838	ATR72	B	10	N3	58
17	WON1917	ATR72	B	10	N3	63
18	KLS650	ATR72	B	10	N3	64
19	A1314	C130	B	10	S4	79
20	PKOCL	DHC6	B	10	N3	63
21	CTV645	A320	C	10	N5	52
22	CTV783	A320	C	10	N6	69
23	IDX7692	A320	C	10	S4	68
24	CTV645	A320	C	10	N5	55
25	IDX7692	A320	C	10	S4	69
26	CTV783	A320	C	10	N5	57
27	CTV633	A320	C	10	N5	60
28	CTV645	A320	C	10	N5	64
29	CTV633	A320	C	10	N5	68
30	CTV783	A320	C	10	N5	66
31	IDX7692	A320	C	10	S4	61
32	AWQ321	A320	C	10	S4	61
33	BTK6575	A320	C	10	N5	60
34	CTV920	A320	C	10	N6	71
35	CTV665	A320	C	10	N5	78
36	CTV633	A320	C	10	N7	116
37	CTV645	A320	C	10	N3	60
38	CTV665	A320	C	10	N5	71
39	CTV645	A320	C	10	N5	60
40	IDX7692	A320	C	10	S5	67
41	CTV783	A320	C	10	N6	72
42	CTV803	A320	C	10	N5	65
43	CTV633	A320	C	10	N6	72
44	CTV783	A320	C	10	N5	64

45	ICX7692	A320	C	10	S3	49
46	CTV665	A320	C	10	N5	58
47	CTV645	A320	C	10	N5	57
48	IDX7692	A320	C	10	S3	39
49	CTV783	A320	C	10	N5	57
50	CTV803	A320	C	10	N5	66
51	PKOCU	MD82	C	10	N6	71
52	PKOCS	MD83	C	10	N5	62
53	LNI177	B739	D	10	N5	61
54	LNI177	B739	D	10	N6	74
55	LNI177	B739	D	10	N3	47
56	LNI837	B738	D	10	N5	53
57	GIA312	B738	D	10	S4	68
58	LNI857	B738	D	10	N6	56
59	BTK6576	B738	D	10	N5	58
60	LNI857	B738	D	10	N5	50
61	LNI837	B738	D	10	N5	65
62	GIA312	B738	D	10	S4	54
63	LNI807	B738	D	10	N5	45
64	GIA312	B738	D	10	S4	69
65	LNI807	B738	D	10	N5	60
66	LNI837	B738	D	10	N5	61
67	LNI857	B738	D	10	N5	76
68	LNI837	B738	D	10	N6	72
69	GIA312	B738	D	10	S4	71
70	LNI857	B738	D	10	N6	67
71	GIA312	B738	D	10	S4	60
72	GIA312	B738	D	10	S4	73
73	LNI807	B739	D	10	N5	60
74	LNI227	B739	D	10	N5	60
75	LNI695	B739	D	10	N5	58
76	LNI681	B739	D	10	N5	60
77	LNI923	B739	D	10	N5	51
78	LNI681	B739	D	10	N6	62
79	LNI227	B739	D	10	N6	69
80	LNI177	B739	D	10	N5	83
81	LNI837	B739	D	10	N5	58
82	LNI807	B739	D	10	N5	57
83	LNI365	B739	D	10	N5	58
84	LNI681	B739	D	10	N5	60
85	LNI695	B739	D	10	N5	56
86	LNI227	B739	D	10	N5	58
87	LNI365	B739	D	10	N6	68
88	LNI227	B739	D	10	N5	54
89	LNI681	B739	D	10	N3	59
90	LNI227	B739	D	10	N5	65

91	LNI695	B739	D	10	N6	71
92	LNI807	B739	D	10	N5	53
93	LNI177	B739	D	10	N5	64
94	LNI857	B739	D	10	N6	60
95	LNI837	B739	D	10	N6	65
96	LNI681	B739	D	10	N5	66
97	LNI923	B739	D	10	N6	56
98	LNI807	B739	D	10	N5	54
99	LNI227	B739	D	10	N5	64
100	LNI177	B739	D	10	N5	57
101	LNI837	B739	D	10	N5	54
102	LNI681	B739	D	10	N6	69
103	LNI857	B739	D	10	N5	70
104	LNI923	B739	D	10	N5	71

DATA KEBERANGKATAN PESAWAT RUNWAY 28

1	WON1843	AT72	B	28	N7	91
2	U618	NC21	B	28	S5	147
3	WON1843	ATR72	B	28	N7	102
4	WON1804	ATR72	B	28	N7	236
5	WON1843	ATR72	B	28	N7	109
6	GIA7304	AT72	B	28	S5	101
7	WON1880	AT72	B	28	N7	109
8	WON1843	ATR72	B	28	N7	118
9	WON1804	ATR72	B	28	N7	112
10	WON1839	ATR72	B	28	N7	113
11	IDX7628	A320	C	28	S5	83
12	BTK7510	A320	C	28	N7	107
13	CTV608	A320	C	28	N7	161
14	GIA305	A333	C	28	S5	74
15	TGN712	B734	C	28	N7	96
16	CTV652	A320	C	28	N7	113
17	IDX392	A320	C	28	S5	101
18	CTV921	A320	C	28	N7	117
19	BTK7510	A320	C	28	N7	125
20	BTK6175	A320	C	28	N7	191
21	IDX7628	A320	C	28	S5	120
22	SJY554	B733	C	28	N7	152
23	NIH9276	B735	C	28	N7	113
24	IDX7628	A320	C	28	S5	117
25	BTK7510	A320	C	28	N7	103
26	CTV810	A320	C	28	N7	86
27	CTV804	A320	C	28	N7	103
28	CTV786	A320	C	28	N7	92
29	CTV662	A320	C	28	N7	92
30	IDX322	A320	C	28	S5	101
31	BTK7512	A320	C	28	N7	112
32	SJY564	B733	C	28	N7	124
33	GIA364	CRJX	C	28	S5	98
34	BTK7510	A320	C	28	N7	110
35	IDX7628	A320	C	28	S5	146
36	LNI114	A333	C	28	N7	130
37	NIH9276	B735	C	28	N7	132
38	SJY257	B735	C	28	N7	116
39	GIA338	B738	D	28	S5	122
40	GIA854	B738	D	28	S5	140
41	LNI856	B738	D	28	N7	146
42	LNI692	B739	D	28	N7	83
43	LNI690	B739	D	28	N7	119
44	LNI262	B739	D	28	N7	99

45	BTK6174	B739	D	28	N7	149
46	LNI262	B739	D	28	N7	158
47	GIA338	B738	D	28	S5	157
48	GIA854	B738	D	28	S5	88
49	LNI690	B739	D	28	N7	71
50	LNI962	B739	D	28	N7	110
51	LNI571	B739	D	28	N7	123
52	GIA854	B738	D	28	S5	98
53	GIA338	B738	D	28	S5	117
54	LNI856	B738	D	28	N7	74
55	GIA307	B738	D	28	S5	124
56	LNI571	B739	D	28	N7	85
57	LNI962	B739	D	28	N7	123
58	BTK6174	B739	D	28	N7	137
59	LNI262	B739	D	28	N7	104
60	LNI690	B739	D	28	N7	110
61	GIA313	B738	D	28	S5	79
62	LNI692	B738	D	28	N7	96
63	GIA360	B738	D	28	S5	152
64	SJY254	B738	D	28	N7	110
65	LNI591	B738	D	28	N7	132
66	LNI260	B739	D	28	N7	74
67	LNI914	B739	D	28	N7	85
68	LNI690	B738	D	28	N7	106
69	GIA338	B738	D	28	S5	111
70	LNI962	B738	D	28	N7	111
71	GIA854	B738	D	28	S5	140
72	BTK6174	B739	D	28	N7	112
73	LNI262	B739	D	28	N7	110

DATA KEBERANGKATAN PESAWAT RUNWAY 10

NO	CALLSIGN	TYPE	CAT	RWY	TWY	ROTD
1	WON1811	AT72	B	10	N1	129
2	KLS711	AT72	B	10	N1	131
3	GIA7304	AT72	B	10	S1	110
4	WON1880	AT72	B	10	N1	188
5	KLS711	AT72	B	10	N1	144
6	WON1880	ATR72	B	10	N1	118
7	GIA7304	ATR72	B	10	S1	75
8	GIA7304	ATR72	B	10	S1	105
9	PKWHQ	ATR72	B	10	N1	110
10	PKOCL	DHC6	B	10	N1	148
11	GIA7304	ATR72	B	10	S1	131
12	WON1880	ATR72	B	10	N1	121
13	WON1880	ATR72	B	10	N1	119
14	CTV810	A320	C	10	N1	119
15	CTV923	A320	C	10	N1	108
16	CTV662	A320	C	10	N1	130
17	IDX322	A320	C	10	S1	119
18	CTV786	A320	C	10	N1	135
19	CTV804	A320	C	10	N1	143
20	AWQ302	A320	C	10	S1	107
21	GIA364	CRJX	C	10	S1	96
22	CTV786	A320	C	10	N1	119
23	IDX322	A320	C	10	S1	113
24	CTV662	A320	C	10	N1	139
25	AWQ386	A320	C	10	S1	118
26	SJY252	B735	C	10	N1	111
27	GIA364	CRJX	C	10	S1	94
28	CTV662	A320	C	10	N1	127
29	AWQ302	A320	C	10	S1	118
30	CTV804	A320	C	10	N1	108
31	CTV786	A320	C	10	N1	122
32	BTK6575	A320	C	10	N1	109
33	CTV801	A320	C	10	N1	124
34	GIA364	CRJX	C	10	S1	79
35	PKOCR	MD83	C	10	N1	125
36	PKOCS	MD83	C	10	N1	135
37	BTK7512	A320	C	10	N1	114
38	CTV786	A320	C	10	N1	137
39	CTV804	A320	C	10	N1	95
40	CTV662	A320	C	10	N1	105
41	IDX322	A320	C	10	S1	108
42	AWQ386	A320	C	10	S1	104
43	AI7302	B732	C	10	S1	89

44	GIA364	CRJX	C	10	S1	108
45	AWQ302	A320	C	10	S1	94
46	CTV786	A320	C	10	N1	105
47	IDX322	A320	C	10	S1	95
48	GIA364	CRJX	C	10	S1	143
49	LNI973	A320	C	10	N1	138
50	CTV662	A320	C	10	N1	135
51	AXM365	A320	C	10	S1	88
52	IDX322	A320	C	10	S1	121
53	CTV804	A320	C	10	N1	129
54	BTK6575	A320	C	10	N1	156
55	AWQ386	A320	C	10	S1	95
56	GIA364	CRJX	C	10	S1	110
57	CTV662	A320	C	10	N1	137
58	IDX322	A320	C	10	S1	113
59	CTV923	A320	C	10	N1	122
60	CTV786	A320	C	10	N1	202
61	BTK6575	A320	C	10	N1	132
62	CTV790	A320	C	10	N1	147
63	GIA364	CRJX	C	10	S1	118
64	GIA315	B738	D	10	S1	109
65	LNI973	B739	D	10	N1	143
66	LNI260	B739	D	10	N1	135
67	LNI914	B739	D	10	N1	127
68	LNI591	B739	D	10	N1	129
69	BTK6575	B739	D	10	N1	168
70	GIA315	B738	D	10	S1	130
71	LNI260	B739	D	10	N1	139
72	LNI914	B739	D	10	N1	138
73	LNI591	B739	D	10	N1	145
74	SJY254	B738	D	10	N1	102
75	GIA315	B738	D	10	S1	98
76	LNI973	B739	D	10	N1	111
77	LNI591	B739	D	10	N1	118
78	LNI914	B739	D	10	N1	127
79	GIA360	B738	D	10	S1	93
80	GIA313	B738	D	10	S1	103
81	GIA315	B738	D	10	S1	112
82	LNI692	B739	D	10	N1	126
83	SJY254	B738	D	10	N1	128
84	GIA315	B738	D	10	S1	130
85	LNI260	B739	D	10	N1	116
86	LNI692	B739	D	10	N1	100
87	LNI591	B739	D	10	N1	113
88	LNI914	B739	D	10	N1	116
89	LNI973	B739	D	10	N1	158

90	SJY251	B738	D	10	N1	134
91	LNI912	B739	D	10	N1	130
92	LNI260	B739	D	10	N1	144
93	LNI591	B739	D	10	N1	120
94	SJY254	B738	D	10	N1	138
95	GIA315	B738	D	10	S1	106
96	LNI260	B739	D	10	N1	131
97	LNI591	B739	D	10	N1	114
98	LNI914	B739	D	10	N1	142

DATA PREDIKSI PERGERAKAN PERBULAN

No	Bulan	Pergerakan Pesawat	S'_t	S''_t	a	b	Prediksi
	-Tahun						a+b (m)
1	Jan-14	11535	11535	11535			
2	Feb-14	8950	9596.25	10081	9111.5625	-1454.0625	
3	Mar-14	10420	10052.5	9777	10328.125	826.875	11155
4	Apr-14	9804	9958	10074	9842.5	-346.5	9496
5	May-14	10953	10665.75	10450	10881.1875	646.3125	11527.5
6	Jun-14	10827	10858.5	10882	10834.875	-70.875	10764
7	Jul-14	10426	10526.25	10601	10451.0625	-225.5625	10225.5
8	Aug-14	11799	11455.75	11198	11713.1875	772.3125	12485.5
9	Sep-14	11411	11508	11581	11435.25	-218.25	11217
10	Oct-14	11610	11560.25	11523	11597.5625	111.9375	11709.5
11	Nov-14	11167	11277.75	11361	11194.6875	-249.1875	10945.5
12	Dec-14	12306	12021.25	11808	12234.8125	640.6875	12875.5
13	Jan-15	10911	11259.75	11521	10998.1875	-784.6875	10213.5
14	Feb-15	9303	9705	10007	9403.5	-904.5	8499
15	Mar-15	10395	10122	9917	10326.75	614.25	10941
16	Apr-15	10675	10605	10553	10657.5	157.5	10815
17	May-15	11534	11319.25	11158	11480.3125	483.1875	11963.5
18	Jun-15	10875	11039.75	11163	10916.1875	-370.6875	10545.5
19	Jul-15	12076	11775.75	11551	12000.9375	675.5625	12676.5
20	Aug-15	12106	12098.5	12093	12104.125	16.875	12121
21	Sep-15	11027	11296.75	11499	11094.4375	-606.9375	10487.5
22	Oct-15	11631	11480	11367	11593.25	339.75	11933
23	Nov-15	11501	11533.5	11558	11509.125	-73.125	11436
24	Dec-15	13075	12681.5	12386	12976.625	885.375	13862
25	Jan-16	12866	12918.25	12957	12879.0625	-117.5625	12761.5
26	Feb-16	11519	11855.75	12108	11603.1875	-757.6875	10845.5
27	Mar-16	12667	12380	12165	12595.25	645.75	13241
28	Apr-16	12032	12190.75	12310	12071.6875	-357.1875	11714.5
29	May-16	12718	12546.5	12418	12675.125	385.875	13061
30	Jun-16	11707	11959.75	12149	11770.1875	-568.6875	11201.5
31	Jul-16	13688	13192.75	12821	13564.1875	1114.3125	14678.5
32	Aug-16	12480	12782	13009	12555.5	-679.5	11876
33	Sep-16	11987	12110.25	12203	12017.8125	-277.3125	11740.5
34	Oct-16	12300	12221.75	12163	12280.4375	176.0625	12456.5
35	Nov-16	11746	11884.5	11988	11780.625	-311.625	11469
36	Dec-16	12545	12345.25	12195	12495.0625	449.4375	12944.5
37	Jan-17	11883	12048.5	12173	11924.375	-372.375	11552
38	Feb-17	10661	10966.5	11196	10737.375	-687.375	10050
39	Mar-17	11628	11386.25	11205	11567.5625	543.9375	12111.5

40	Apr-17	11448	11493	11527	11459.25	-101.25	11358
41	May-17	11650	11599.5	11562	11637.375	113.625	11751
42	Jun-17	11388	11453.5	11503	11404.375	-147.375	11257
43	Jul-17	12997	12594.75	12293	12896.4375	905.0625	13801.5
44	Aug-17	12451	12587.5	12690	12485.125	-307.125	12178
45	Sep-17	12201	12263.5	12310	12216.625	-140.625	12076
46	Oct-17	12348	12311.25	12284	12338.8125	82.6875	12421.5
47	Nov-17	12417	12399.75	12387	12412.6875	38.8125	12451.5
48	Dec-17	13045	12888	12770	13005.75	353.25	13359
49	Jan-18	13866	13660.75	13507	13814.6875	461.8125	14276.5
50	Feb-18	12106	12546	12876	12216	-990	11226
51	Mar-18	13260	12971.5	12755	13187.875	649.125	13837
52	Apr-18	12,611	12773.25	12895	12651.5625	-365.0625	12286.5
53	May-18	12,558	12571.25	12581	12561.3125	-29.8125	12531.5
54	Jun-18	13,759	13458.75	13234	13683.9375	675.5625	14359.5
55	Jul-18	14,234	14115.25	14026	14204.3125	267.1875	14471.5
56	Aug-18	14,002	14060	14104	14016.5	-130.5	13886
57	Sep-18	13,465	13599.25	13700	13498.5625	-302.0625	13196.5
58	Oct-18	13735	13667.5	13617	13718.125	151.875	13870
59	Nov-18	12681	12944.5	13142	12746.875	-592.875	12154
60	Dec-18	12822	12786.75	12760	12813.1875	79.3125	12892.5
61	Jan-19				12813.1875	79.3125	12892.5
62	Feb-19				12813.1875	79.3125	12971.8125
63	Mar-19				12813.1875	79.3125	13051.125
64	Apr-19				12813.1875	79.3125	13130.4375
65	May-19				12813.1875	79.3125	13209.75
66	Jun-19				12813.1875	79.3125	13289.0625
67	Jul-19				12813.1875	79.3125	13368.375
68	Aug-19				12813.1875	79.3125	13447.6875
69	Sep-19				12813.1875	79.3125	13527
70	Oct-19				12813.1875	79.3125	13606.3125
71	Nov-19				12813.1875	79.3125	13685.625
72	Dec-19				12813.1875	79.3125	13764.9375
73	Jan-20				12813.1875	79.3125	13844.25
74	Feb-20				12813.1875	79.3125	13923.5625

75	Mar-20				12813.1875	79.3125	14002.875
76	Apr-20				12813.1875	79.3125	14082.1875
77	May-20				12813.1875	79.3125	14161.5
78	Jun-20				12813.1875	79.3125	14240.8125
79	Jul-20				12813.1875	79.3125	14320.125
80	Aug-20				12813.1875	79.3125	14399.4375
81	Sep-20				12813.1875	79.3125	14478.75
82	Oct-20				12813.1875	79.3125	14558.0625
83	Nov-20				12813.1875	79.3125	14637.375
84	Dec-20				12813.1875	79.3125	14716.6875
85	Jan-21				12813.1875	79.3125	14796
86	Feb-21				12813.1875	79.3125	14875.3125
87	Mar-21				12813.1875	79.3125	14954.625
88	Apr-21				12813.1875	79.3125	15033.9375
89	May-21				12813.1875	79.3125	15113.25
90	Jun-21				12813.1875	79.3125	15192.5625
91	Jul-21				12813.1875	79.3125	15271.875
92	Aug-21				12813.1875	79.3125	15351.1875
93	Sep-21				12813.1875	79.3125	15430.5
94	Oct-21				12813.1875	79.3125	15509.8125
95	Nov-21				12813.1875	79.3125	15589.125
96	Dec-21				12813.1875	79.3125	15668.4375
97	Jan-22				12813.1875	79.3125	15747.75
98	Feb-22				12813.1875	79.3125	15827.0625
99	Mar-22				12813.1875	79.3125	15906.375
100	Apr-22				12813.1875	79.3125	15985.6875
101	May-22				12813.1875	79.3125	16065

102	Jun-22				12813.1875	79.3125	16144.3125
103	Jul-22				12813.1875	79.3125	16223.625
104	Aug-22				12813.1875	79.3125	16302.9375
105	Sep-22				12813.1875	79.3125	16382.25
106	Oct-22				12813.1875	79.3125	16461.5625
107	Nov-22				12813.1875	79.3125	16540.875
108	Dec-22				12813.1875	79.3125	16620.1875
109	Jan-23				12813.1875	79.3125	16699.5
110	Feb-23				12813.1875	79.3125	16778.8125
111	Mar-23				12813.1875	79.3125	16858.125
112	Apr-23				12813.1875	79.3125	16937.4375
113	May-23				12813.1875	79.3125	17016.75
114	Jun-23				12813.1875	79.3125	17096.0625
115	Jul-23				12813.1875	79.3125	17175.375
116	Aug-23				12813.1875	79.3125	17254.6875
117	Sep-23				12813.1875	79.3125	17334
118	Oct-23				12813.1875	79.3125	17413.3125
119	Nov-23				12813.1875	79.3125	17492.625
120	Dec-23				12813.1875	79.3125	17571.9375
121	Jan-24				12813.1875	79.3125	17651.25
122	Feb-24				12813.1875	79.3125	17730.5625
123	Mar-24				12813.1875	79.3125	17809.875
124	Apr-24				12813.1875	79.3125	17889.1875
125	May-24				12813.1875	79.3125	17968.5
126	Jun-24				12813.1875	79.3125	18047.8125
127	Jul-24				12813.1875	79.3125	18127.125
128	Aug-24				12813.1875	79.3125	18206.4375

129	Sep-24				12813.1875	79.3125	18285.75
130	Oct-24				12813.1875	79.3125	18365.06 25
131	Nov-24				12813.1875	79.3125	18444.37 5
132	Dec-24				12813.1875	79.3125	18523.68 75
133	Jan-25				12813.1875	79.3125	18603
134	Feb-25				12813.1875	79.3125	18682.31 25
135	Mar-25				12813.1875	79.3125	18761.62 5
136	Apr-25				12813.1875	79.3125	18840.93 75
137	May-25				12813.1875	79.3125	18920.25
138	Jun-25				12813.1875	79.3125	18999.56 25
139	Jul-25				12813.1875	79.3125	19078.87 5
140	Aug-25				12813.1875	79.3125	19158.18 75
141	Sep-25				12813.1875	79.3125	19237.5
142	Oct-25				12813.1875	79.3125	19316.81 25
143	Nov-25				12813.1875	79.3125	19396.12 5
144	Dec-25				12813.1875	79.3125	19475.43 75
145	Jan-26				12813.1875	79.3125	19554.75
146	Feb-26				12813.1875	79.3125	19634.06 25
147	Mar-26				12813.1875	79.3125	19713.37 5
148	Apr-26				12813.1875	79.3125	19792.68 75
149	May-26				12813.1875	79.3125	19872
150	Jun-26				12813.1875	79.3125	19951.31 25
151	Jul-26				12813.1875	79.3125	20030.62 5
152	Aug-26				12813.1875	79.3125	20109.93 75
153	Sep-26				12813.1875	79.3125	20189.25
154	Oct-26				12813.1875	79.3125	20268.56 25

155	Nov-26				12813.1875	79.3125	20347.875
156	Dec-26				12813.1875	79.3125	20427.1875
157	Jan-27				12813.1875	79.3125	20506.5
158	Feb-27				12813.1875	79.3125	20585.8125
159	Mar-27				12813.1875	79.3125	20665.125
160	Apr-27				12813.1875	79.3125	20744.4375
161	May-27				12813.1875	79.3125	20823.75
162	Jun-27				12813.1875	79.3125	20903.0625
163	Jul-27				12813.1875	79.3125	20982.375
164	Aug-27				12813.1875	79.3125	21061.6875
165	Sep-27				12813.1875	79.3125	21141
166	Oct-27				12813.1875	79.3125	21220.3125
167	Nov-27				12813.1875	79.3125	21299.625
168	Dec-27				12813.1875	79.3125	21378.9375
169	Jan-28				12813.1875	79.3125	21458.25
170	Feb-28				12813.1875	79.3125	21537.5625
171	Mar-28				12813.1875	79.3125	21616.875
172	Apr-28				12813.1875	79.3125	21696.1875
173	May-28				12813.1875	79.3125	21775.5
174	Jun-28				12813.1875	79.3125	21854.8125
175	Jul-28				12813.1875	79.3125	21934.125
176	Aug-28				12813.1875	79.3125	22013.4375
177	Sep-28				12813.1875	79.3125	22092.75
178	Oct-28				12813.1875	79.3125	22172.0625
179	Nov-28				12813.1875	79.3125	22251.375
180	Dec-28				12813.1875	79.3125	22330.6875

DATA PREDIKSI PERGERAKAN PER TAHUN

No	Bulan	Pergerakan Pesawat	S'_t	S''_t	a	b	Prediksi
	-Tahun						a+b (m)
1	2014	396	396	396			
2	2015	398	396.2	396	396.38	0.018	
3	2016	396	397.8	398	397.62	-0.018	398
4	2017	390	395.4	396	394.86	-0.054	395
5	2018	415	392.5	390	394.75	0.225	395
6	2019				394.75	0.225	395
7	2020				394.75	0.225	395
8	2021				394.75	0.225	395
9	2022				394.75	0.225	396
10	2023				394.75	0.225	396
11	2024				394.75	0.225	396
12	2025				394.75	0.225	396
13	2026				394.75	0.225	397
14	2027				394.75	0.225	397
15	2028				394.75	0.225	397

DATA PREDIKSI PERGERAKAN JAM PUNCAK

No	Bulan	Pergerakan Pesawat	S'_t	S'_t	a	b	Prediksi
	-Tahun						a+b (m)
1	2014	32	32	32			
2	2015	35	32.3	32	32.57	0.027	
3	2016	37	35.2	35	35.38	0.018	35.41
4	2017	35	36.8	37	36.62	-0.018	36.66
5	2018	37	35.2	35	35.38	0.018	35.33
6	2019				35.38	0.018	35.40
7	2020				35.38	0.018	35.42
8	2021				35.38	0.018	35.43
9	2022				35.38	0.018	35.45
10	2023				35.38	0.018	35.47
11	2024				36.9	0.09	37.44
12	2025				36.9	0.09	37.53
13	2026				36.9	0.09	37.62
14	2027				36.9	0.09	37.71
15	2028				36.9	0.09	37.80



AirNav Indonesia

Perum LPPNPI
CABANG SURABAYA

tel : (031) 2986515, (031) 8688456
fax : (031) 8688456
email : surabaya@airnavindonesia.co.id
web : www.airnavindonesia.co.id

Surabaya, 30 Agustus 2019

Nomor : OPS.03.02/06/LPPNPI/08/2019/ *935*
Lampiran : 1 (satu) berkas
Perihal : Penyampaian data penerbangan untuk penelitian

Kepada Yth. :
Direktur Akademi Teknik dan Keselamatan Penerbangan

di-
Makassar

1. Sehubungan dengan surat Direktur Akademi Teknik dan Keselamatan Penerbangan nomor : UM.002/87/06/ATKP MKS-19 tanggal 28 Juni 2019 perihal Permohonan Pengambilan Data Traffic Pesawat .
2. Mengalir butir 1 (satu) diatas, berikut disampaikan data penerbangan untuk penyusunan Tesis dengan lokasi penelitian di Bandara Juanda Surabaya atas nama Andrian Pratama,S.Sit. dengan ketentuan :
 - a. Data tersebut hanya untuk keperluan tugas akhir (tugas akademik);
 - b. Hasil Tesis disampaikan kepada Perum LPPNPI Cabang Surabaya sebagai lokasi penelitian.
3. Demikian disampaikan, atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

PH. GENERAL MANAGER



DODIK ASWINARTO

Tembusan Yth :

- General Manager Perum LPPNPI Cabang Surabaya.
-

DATA PENERBANGAN PERUM LPPNPI CABANG SURABAYA

TAHUN	2013			2014			2015			2016			2017			2018		
	DOM	INT	TOTAL	DOM	INT	TOTAL	DOM	INT	TOTAL	DOM	INT	TOTAL	DOM	INT	TOTAL	DOM	INT	TOTAL
Januari	10770	1032	11802	10187	1348	11535	9926	985	10911	11819	1047	12866	10891	992	11883	12725	1141	13866
Februari	8684	908	9592	7945	1005	8950	8459	844	9303	10507	1012	11519	9780	881	10661	11098	1008	12106
Maret	10024	997	11021	9292	1128	10420	9428	967	10395	11582	1085	12667	10616	1012	11628	12167	1093	13260
April	9885	960	10845	8756	1048	9804	9675	1000	10675	11008	1024	12032	10460	988	11448	11588	1023	12611
Mei	10866	1000	11866	9886	1067	10953	10529	1005	11534	11616	1102	12718	1629	1021	11650	11388	1170	12558
Juni	10455	1092	11547	9813	1014	10827	9920	955	10875	10718	989	11707	10385	1003	11388	12535	1224	13759
Juli	9132	1204	10336	9406	1020	10426	11060	1016	12076	12675	1013	13688	11958	1039	12997	12893	1341	14234
Agustus	10816	1318	12134	10796	1003	11799	11005	1101	12106	11424	1056	12480	11467	984	12451	12626	1376	14002
September	9855	1309	11164	10347	1064	11411	9907	1120	11027	10989	998	11987	11258	943	12201	12158	1307	13465
Oktober	10288	1568	11856	10524	1086	11610	10462	1169	11631	11299	1001	12300	11388	960	12348	12557	1178	13735
November	10117	1353	11470	10184	983	11167	10507	994	11501	10840	906	11746	11398	1019	12417	11445	1236	12681
Desember	10415	1442	11857	11276	1030	12306	12033	1042	13075	11513	1032	12545	12029	1016	13045	11512	1310	12822
TOTAL	121129	14183	135312	118412	12796	131208	122911	12198	135109	13599	12265	148255	132259	11858	122117	144692	14407	159099

Mengetahui



M. Djafar Abidin

PH. Manager Perencanaan & Evaluasi Operasi

Surabaya, 29 Agustus 2019

Di susun oleh



Faisal Riza S.Sos

Junior Manager ATFM & ATS System



KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN
AKADEMI TEKNIK DAN KESELAMATAN PENERBANGAN MAKASSAR

Jl. Seloling No.1 Kol. Untin Kec. Ujungtanayya
Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan
Kode Pos 90241

Telp : (0411) 373212, 373213
Fax : (0411) 373582, 373518

e-mail : atkp.makassar@gmail.com
atkp.makassar@gmail.com
Homepage : www.atkp-makassar.ac.id

Nomor : UM-002/87/06/ATKP MKS-19
Klasifikasi : -
Lampiran : -
Perihal : Permohonan Pengambilan
Data Traffic Pesawat

Makassar, 28 Juni 2019

Kepada
Yth. : General Manager
Perum LPPNPI Cabang Surabaya

Di-

SURABAYA

1. Dengan hormat disampaikan bahwa pegawai ATKP Makassar dibawah ini:
Nama : Andrian Pratama, S.ST
NIP : 19880718 201012 1 005
Unit : Penyusun Program Rencana dan Anggaran / Instruktur LLU
Sedang melaksanakan Pendidikan Program Magister Teknik Transportasi di Universitas Hasanuddin Makassar dan dalam proses penyusunan Tesis dengan Lokasi Penelitian di Bandara Juanda Surabaya.
2. Sehubungan dengan butir 1 (satu) diatas, kami mohon kiranya diberikan izin kepada yang bersangkutan untuk mendapatkan data traffic pesawat maupun data lainnya yang berhubungan dengan penelitian.
3. Demikian disampaikan atas perhatian dan perkenannya diucapkan terima kasih.



Achmad Setiyo Prabowo, ST, MT
Pembina (IV/a)
NIP. 19740819 199501 1 001

Tembusan

1. Ketua Program Studi Teknik Transportasi
Universitas Hasanuddin



NEVER GIVE UP FOR THE BEST



**ENHANCEMENT OF RUNWAY CAPACITY
AT JUANDA INTERNATIONAL AIRPORT – SURABAYA**

1. General

- 1.1. The traffic demand at Juanda International Airport has grown steadily and tend to increase year by year, this condition lead to a greater number of delays and traffic density at certain hours of the day.
- 1.2. Related to those situation, Juanda International Airport aimed to enhance Runway Capacity for ensuring safe, orderly, efficient and harmonized air traffic flow in Surabaya.
- 1.3. The objective of this AIP Supplement is to inform pilots about the runway capacity enhancement through establishment of Runway Occupancy Time (ROT) and several procedures at Juanda International Airport - Surabaya.
- 1.4. With regard to the effective date of this Supplement, AIP Supplement NR 43/18 Dated 06 DEC 18 is cancelled.

2. Implementation Date

This AIP Supplement will be effective on January 31st 2019.

3. Description

3.1 Runway Occupancy Time (ROT)

Runway Occupancy Time	Time (in Second)
ROT (TAKE OFF)	100
ROT (LANDING)	60

3.2 Speed Restrictions

3.2.1 Pilot are requested to adjust maximum aircraft speed as follows :

Aircraft Category	Speeds (knots IAS)	
	Initial approach	Final approach
A	140	110
B	190	130
C	190	150
D	190	150

3.2.2 Pilot unable to comply with the speed specified, should inform ATC as soon as possible and state preferred speed so that alternative action can be taken.

3.3 DEPARTURE PROCEDURES

- 3.3.1 The earliest time for departing aircraft call Juanda Ground Control to request ATC clearance is 25 minutes before EOBT to allow departure data to be processed.
- 3.3.2 Pilot will receive FL240 as the initial level prior to the intended level according to semicircular methodology.
- 3.3.3 Pilot will receive the intended level if it is FL245 or below.
- 3.3.4 Final level available will be informed by Ujung Pandang ACC.
- 3.3.5 Departing aircraft may have ATC Clearance cancelled under the following circumstances :
 - 1. On expiry of the 15 minutes before and after EOBT grace period it is unable to push back, or;
 - 2. After pushing back the pilot advises that it is returning to parking stand, or;
 - 3. After pushing back It is develop a technical problems and unable to continue taxiing within 5 minutes and aircraft should return to parking stand.
- 3.3.6 The procedure in 3.3.5 point 1 above is not applied in order to allow ATC to manage the sequencing.

3.4 PUSH BACK & START UP PROCEDURES

- 3.4.1 Aircraft must be completed pushed back within 5 minutes. At the end of the push back, the departing aircraft must be ready to taxi, unless otherwise instructed by ATC. Pilots unable to comply with this procedure should notify ATC as soon as possible for further instructions.

Note: The first aircraft to taxi may not be the first aircraft to take-off as distances between aircraft stands and the departure runway are vary.
- 3.4.2 During push back pilot have responsibility to avoid any object or obstacles on apron.
- 3.4.3 It is prudent practice for aircraft to be pushed back from the parking stand before start-up. However if required due to technical reasons a start-up may be approved while aircraft is still at the parking stand.

3.5 TAXI PROCEDURES

- 3.5.1 Aircraft taxiing on the Taxiway will be regulated by Ground Control to avoid or reduce possible conflict and will be provided with traffic information and alerting service. ATC shall apply taxi clearance limits whenever necessary.
- 3.5.2 Taxiing aircraft are reminded to always use minimum power when maneuvering within the apron area or from apron taxiways to other parts of the aerodrome. Except as instructed by ATC for efficiency.
- 3.5.3 Pilots should check the taxi routing and the aerodrome chart. During taxi if pilots have any doubt as to their exact position on the aerodrome, stop and contact ATC for further instructions.
- 3.5.4 The taxi routing to be used by aircraft taxiing for departure will be specified by ATC. The issuance by ATC of a taxi route to an aircraft does not relieve the pilot-in command responsibility to maintain separation with other aircraft on taxiway area or to comply with ATC directions intended to regulate aircraft on the maneuvering area.

3.6 TAKE OFF PROCEDURES

- 3.6.1 When aircraft reach on short of runway in use, pilots should ready for departure without delay when ATC give line up clearance. Pilots unable to comply with this procedure should notify ATC as soon as possible for further instructions
- 3.6.2 On receipt of line-up clearance pilots shall ensure, commensurate with safety and standard operating procedures, that they are able to taxi into the correct position at the hold and line up on the runway as soon as the preceding aircraft has commenced either its take-off roll or landing run.
- 3.6.3 Pilots shall complete all mandatory pre-departure checks before entering the active runways for departure so that the aircraft is at position to take-off immediately upon receipt of take-off clearance.
- 3.6.4 When the aircraft is issued with a line-up and take-off clearance at the taxi holding point it shall enter runway follow yellow line guidance and initiate an immediate take-off in one continuous movement within 100 seconds or less. If unable to comply advise ATC
- 3.6.5 When the aircraft is issued with a take-off clearance after lining up on the runway it shall commence take-off roll immediately. A pilot receiving the ATC instruction 'cleared for immediate take-off' is required to act as follows:
1. If waiting clear of the runway, taxi immediately on to it and begin take-off run immediately without stopping the aircraft;
 2. If already lined-up on the runway, take-off without delay;
 3. If unable to comply with the instruction, inform ATC immediately.
- 3.6.6 Due to displacement of holding position N1, for efficiency ATC may instruct pilot to taxi and line up behind departing or arriving traffic. Pilot shall maintain visual contact with preceding traffic.
- 3.6.7 Take Off from Intersection During low traffic density. Pilots may request take off roll from intersection taxiway, the details of intersection taxiways and the runway length available for the appropriate runway is described on table below :

PREFERRED EXIT TAXIWAY JUANDA AIRPORT SURABAYA			
RWY	Intersection Taxiway	Angle from RWY Centerline	TORA
10	N1	90°	3000 m
10	N2	30°	2050 m
10	N3S	90°	1360 m
10	S1	30°	3000 m
10	S2	30°	2180 m
10	S3	30°	1400 m
28	N7	90°	3000 m
28	N6	30°	2450 m
28	N5S	30°	2050 m

28	N3S	90°	1640 m
28	S5	30°	3000 m
28	S4	30°	2180 m
28	S3	30°	1400 m

3.6.8 The layout of table above are depicted on attachment A1 and A2

3.7 ARRIVAL PROCEDURES

- 3.7.1 Pilots shall ensure that they have completed an early review and through briefing of airport and runway layout before starting the approach, the runway exit point that will allow minimum runway occupancy shall be nominated during the approach briefing.
- 3.7.2 ATC will provide additional instruction to exit expeditiously on Rapid Exit Taxiway upon landing clearance, If there is any doubt when receiving a clearance or instruction, clarification should be immediately requested from ATC before the clearance or instruction is enacted.
- 3.7.3 Upon landing, pilots should use appropriate retardation to exit the runway without delay;
- 3.7.4 The aim should be to achieve a normal touchdown with progressive smooth deceleration to exit at a safe speed at the nominated exit point;
- 3.7.5 To ensure minimum Runway Occupancy Time (ROT) after landed Pilots required to vacate the RWY 10/28 within 60 second or less via the first available Rapid Exit Taxiway in compliance with each aircraft performance/operational requirements or as instructed by ATC. Target the earliest suitable exit and exit the runway expeditiously.
- 3.7.6 Pilots are reminded that rapid exit from the runway enables ATC to apply minimum spacing on final approach that will achieve maximum runway utilization and will minimize the occurrence of 'go-arounds'.
- 3.7.7 Aircraft vacating the runway-in-use should not stop on the exit taxiway until the entire aircraft has passed the runway holding point.
- 3.7.8 Aircraft taxiing out of runway in use shall contact Ground Control upon passing runway holding point.
- 3.7.9 Pilots not able to comply with this requirement/request should notify TWR as soon as possible.
- 3.7.10 Details of the locations of Rapid Exit Taxiways with respect to threshold, angle of exit taxiways with runway in use are described in table below :

PREFERRED EXIT TAXIWAY JUANDA AIRPORT SURABAYA			
RWY	Entry Taxiway	Angle from RWY Centerline	LDA
28	N1	90°	3000 m
28	N2	30°	2050 m
28	N3S	90°	1360 m

28	S1	30°	3000 m
28	S2	30°	2180 m
28	S3	30°	1400 m
28	N7	90°	3000 m
10	N6	30°	2450 m
10	N5S	30°	2050 m
10	N3S	90°	1640 m
10	S5	30°	3000 m
10	S4	30°	2180 m
10	S3	30°	1400 m

3.7.11 The layout of table above are depicted on attachment B1 and B2

3.8 LOW VISIBILITY PROCEDURES

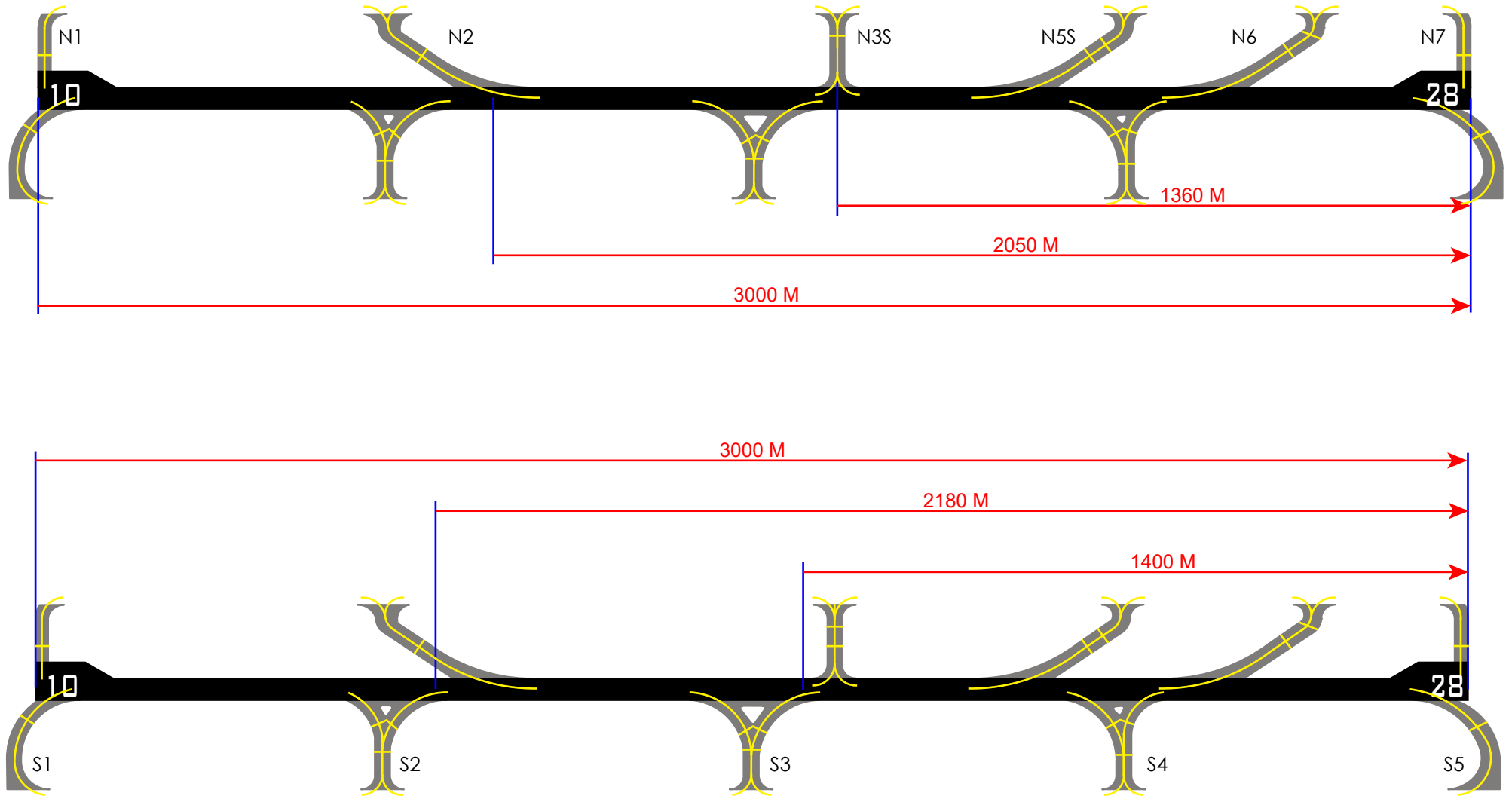
- 3.8.1 During low visibility conditions, a landing or a taxiing aircraft are requested to report when a runway has been vacated. The report shall be made when the entire aircraft is beyond the relevant runway-holding position.
- 3.8.2 At the intersection of taxiways, aircraft on a taxiway not permitted to hold closer to the other taxiway than taxiway intersection marking when low density traffic on ATC discretion.

4 Change and cancellation

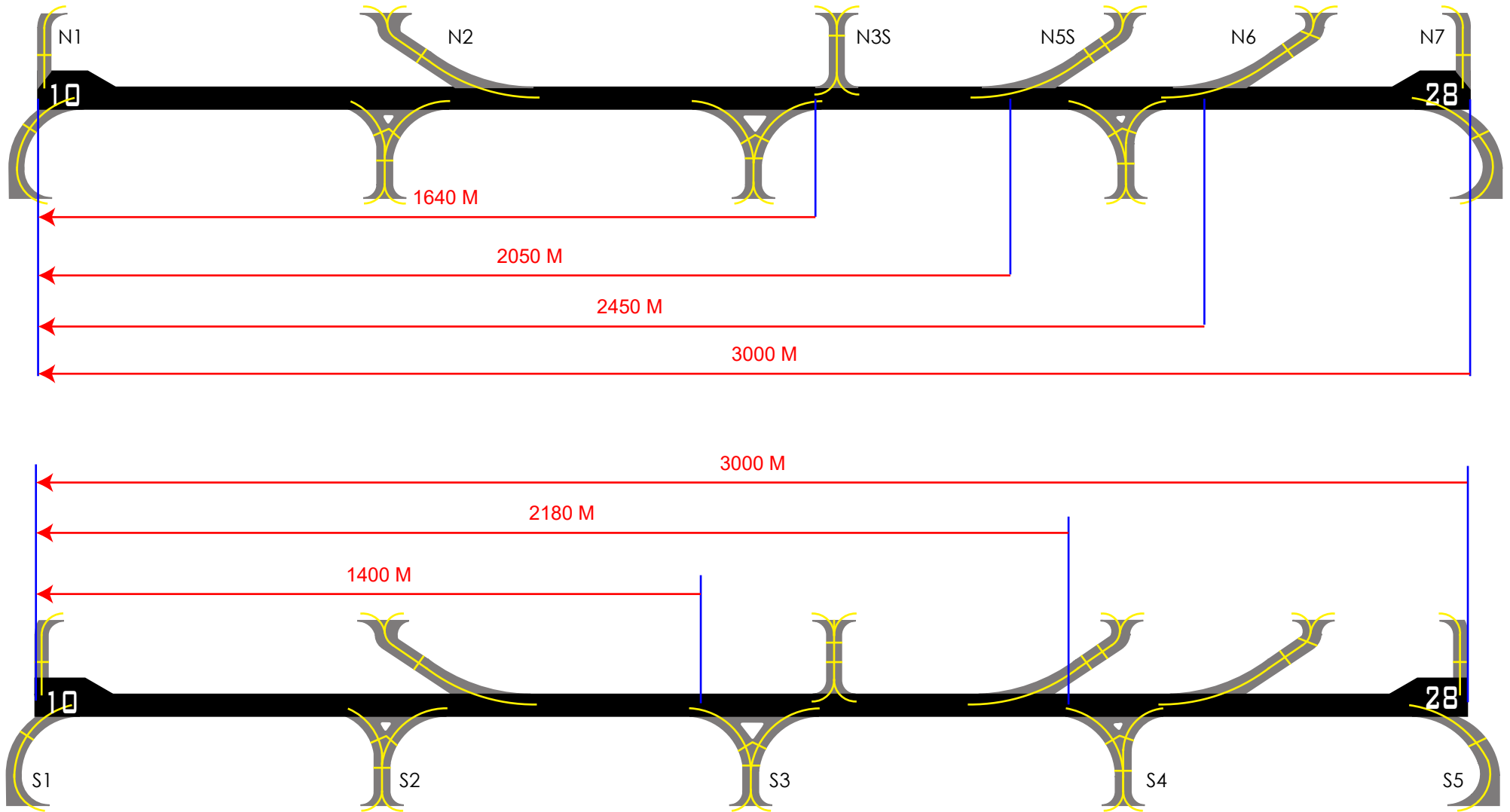
- 4.1 Any Changes of the information in this AIRAC AIP Supplement will be notified through NOTAM or superseded by other AIP Supplement.
- 4.2 This AIRAC AIP Supplement will be cancelled when all information are incorporated into part of AIP.

---- end ----

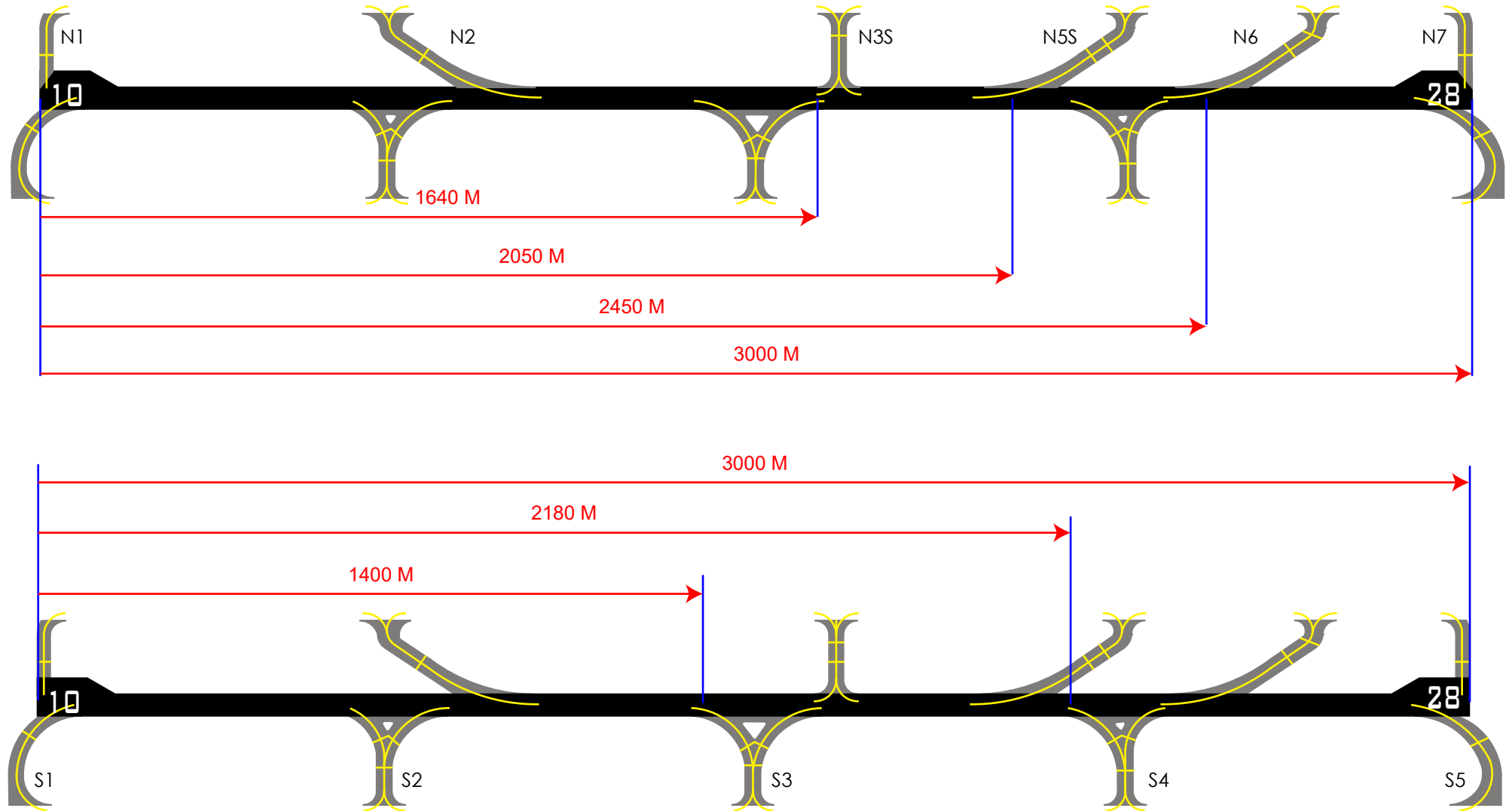
TAKE-OFF RUN AVAILABLE OF RUNWAY 10
FROM DIFFERENT ENTRY TAXIWAYS



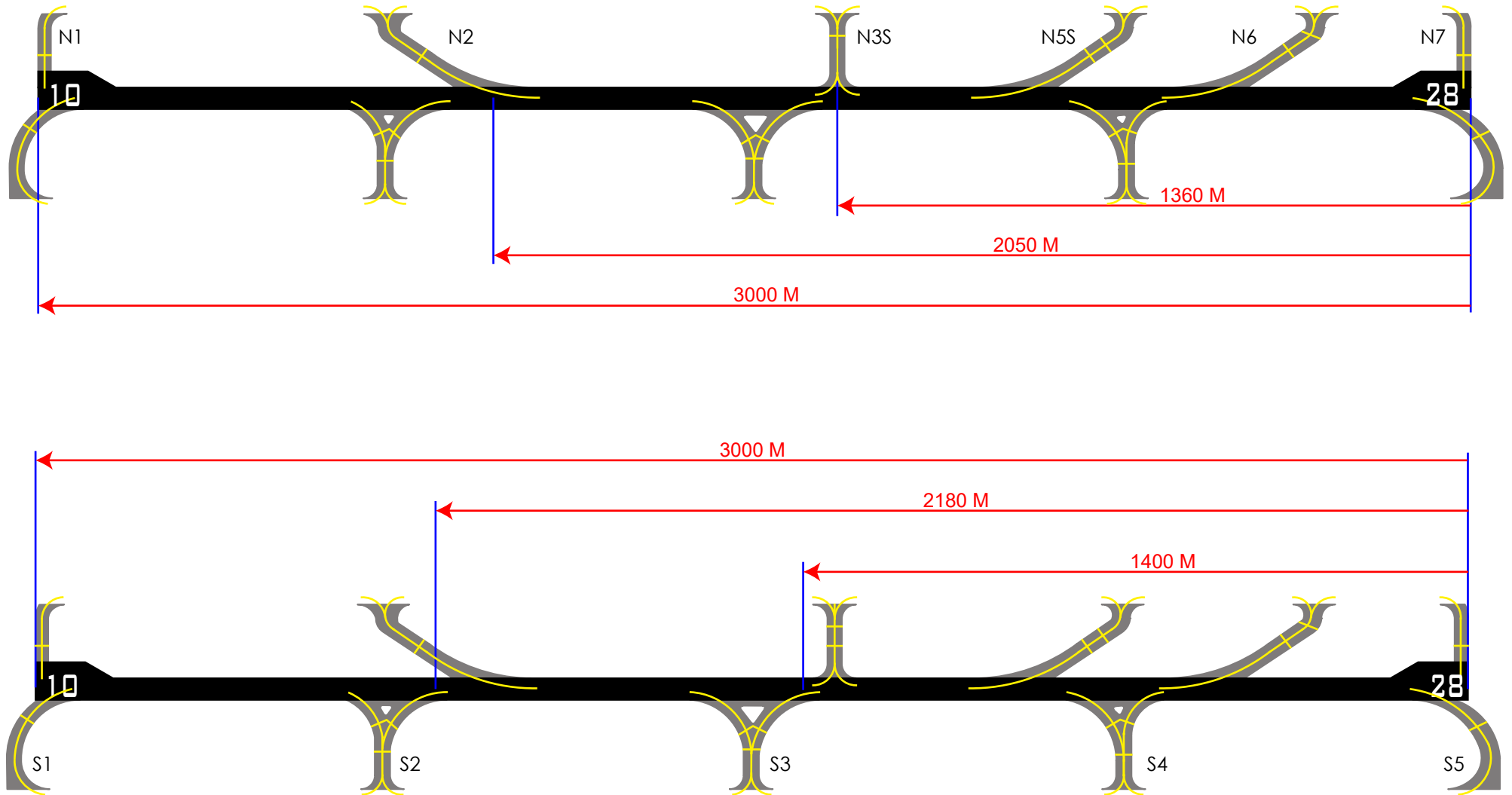
TAKE-OFF RUN AVAILABLE OF RUNWAY 28
FROM DIFFERENT ENTRY TAXIWAYS

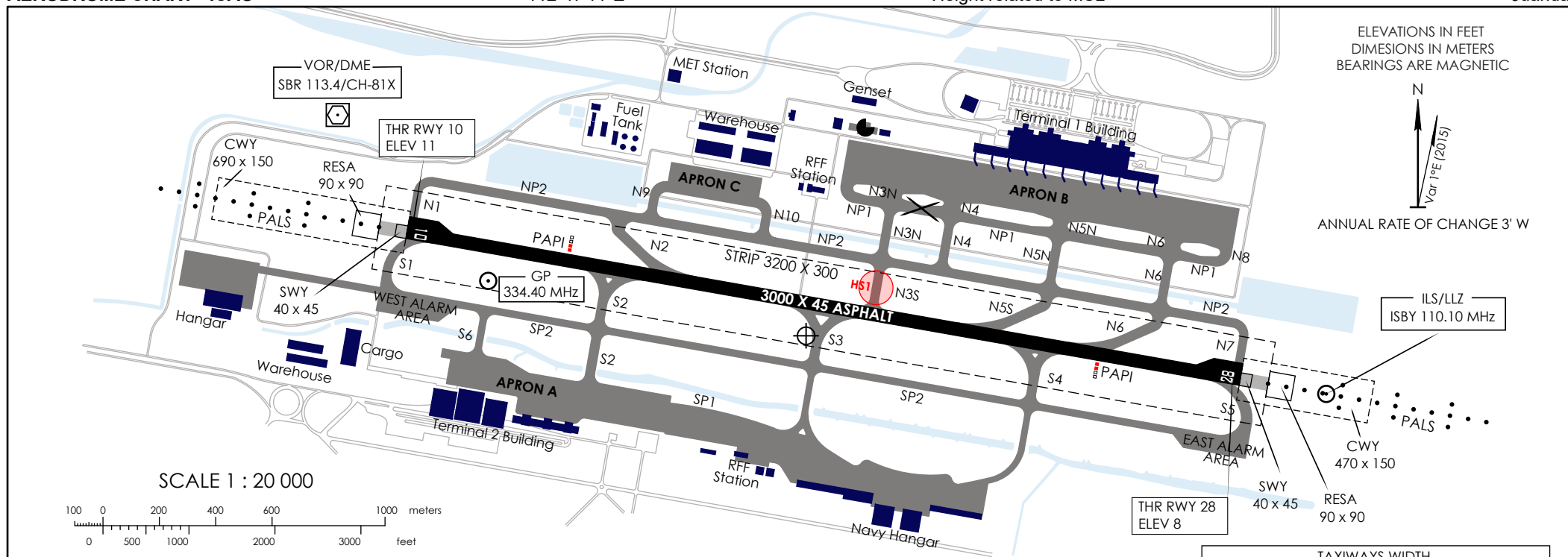


LANDING DISTANCE AVAILABLE OF RUNWAY 10
FROM DIFFERENT ENTRY TAXIWAYS



LANDING DISTANCE AVAILABLE OF RUNWAY 28
FROM DIFFERENT ENTRY TAXIWAYS





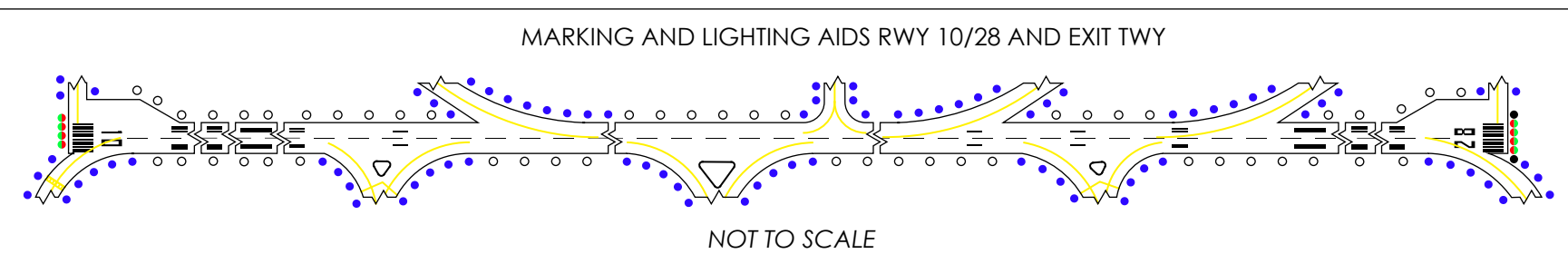
RWY	DIRECTION	THR	BEARING STRENGTH
10	098°	07°22'39.61"S 112°46'24.57"E	RWY : PCN 94/F/D/X/T
			TWY N1, N2, N3S, N3N, N4, N5N, N6, N7, N8, NP1, NP2 : PCN 147/F/B/X/T
			TWY S1, S2, S3, S4, S6, SP1 : PCN 94/F/C/X/U
			TWY N5S : PCN 110/F/D/W/T
			TWY N9, N10 : PCN 73/R/B/X/T
28	278°	07°22'55.25"S 112°48'00.97"E	TWY S5, SP2 : PCN 89/F/C/W/T
			APRON A : PCN 73/R/C/X/U
			APRON B : PCN 98/R/C/X/T
			APRON C : PCN 73/R/B/X/T
			WEST & EAST Alarm : PCN 75/F/D/X/T
RADIO			- Juanda Tower 118.3 MHz, 118.1MHz (SRY) - Juanda Ground 118.9 MHz, 119.15 MHz (SRY) - ATIS 128.2 MHz

Hot Spot HS1
TWY N3S CLSD for taxi out from APN to RWY 10/28 and using for incoming only

Remarks:
 - Jet ACFT is not permitted to run up engine on the apron or instructed by ATC
 - Between 2230-0200 and 0930-1100 daily, seasonal bird activity observed in the vicinity of aerodrome, pilots to be vigilant
 - Landing from RWY 10 or RWY 28 taxi to APN via TWY NP2 and N4 or N5 or instructed by ATC
 - Taxi out to RWY 10 or RWY 28 via TWY N3N or N6 and NP2 or instructed by ATC
 - TWY NP1 BTN N3N and N4 closed

TAXIWAYS WIDTH	
TWY N1	26.5m
TWY N2, N3N, N3S, N4, N5N, N5S, N6, N7, N9, N10, NP2	30m
TWY N8	26m
TWY NP1, S6, SP2	23m
TWY S1, S5	29m
TWY S2	32m
TWY S3 (FM SP1 to SP2)	20m
TWY S3 (FM RWY to SP2)	32m
TWY S4 (FM SP1 to Navy Hangar)	20m
TWY S4 (FM RWY to SP2)	32m
TWY SP1	20m

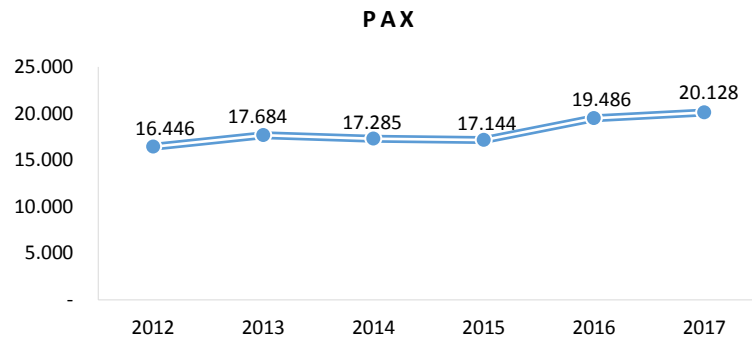
LEGEND	
TAXILANE	
HOLDING POSITION	
TOWER	
ARP	
RWY END/THR LGT	
RWY EDGE LGT	
TWY EDGE LGT	
REIL	



Rencana Pengembangan Bandara Internasional Juanda Surabaya Di Sidoarjo – Jawa Timur

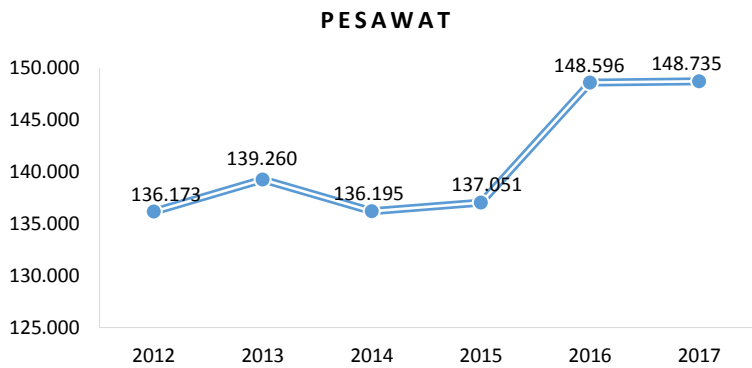


Pertumbuhan Rata-rata 6 Tahun Terakhir (2012 – 2017)



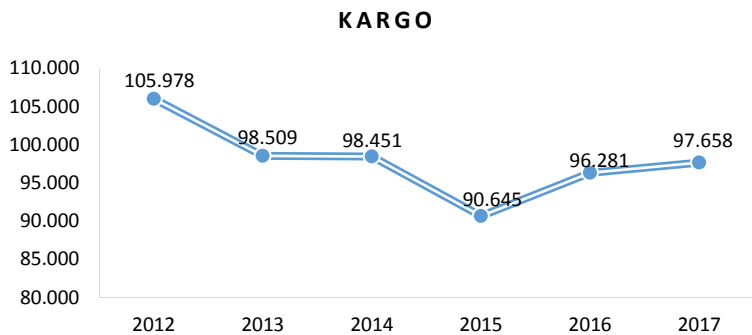
4,28%

20,13 juta Penumpang



1,84%

148,73 Ribu Pesawat



-1,48%

97,66 Ribu Ton Kargo

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Growth	
Penumpang (000)	Intl	1.544	1.822	1.740	1.687	1.836	1.990	4,28%
	Dom	14.083	15.042	14.789	14.553	16.545	17.007	
	Trans	819	820	756	904	1.105	1.131	
	Total	16.446	17.684	17.285	17.144	19.486	20.128	
Pesawat	Intl	10.768	13.983	12.796	12.198	12.269	12.661	1,84%
	Dom	120.693	120.749	118.412	122.911	135.963	135.907	
	Lok	4.712	4.528	4.987	1.942	364	167	
	Total	136.173	139.260	136.195	137.051	148.596	148.735	
Cargo (000)	Int	19.677	20.165	22.056	20.358	19.079	21.529	-1,48%
	Dom	86.301	78.345	76.395	70.287	77.202	76.129	
	Total	105.978	98.509	98.451	90.645	96.281	97.658	



Airline Beroperasi dan Destinasi

Airline Domestik

10

1. Garuda Indonesia
2. Lion Air
3. Citilink
4. Air Asia
5. Sriwijaya
6. Wings Air
7. Trigana Air
8. Kalstar
9. Batik Air
10. Travira Air

Destinasi Domestik

24

- | | |
|-------------------|---------------|
| 1. Jakarta | 13. Pontianak |
| 2. Denpasar | 14. Sampit |
| 3. Bandung | 15. Ambon |
| 4. Yogyakarta | 16. Temate |
| 5. Semarang | 17. Kupang |
| 6. Solo | 18. Makassar |
| 7. Banyuwangi | 19. Manado |
| 8. Jember | 20. Palu |
| 9. Balikpapan | 21. Tarakan |
| 10. Banjarmasin | 22. Batam |
| 11. Palangkaraya | 23. Medan |
| 12. Pangkalan Bun | 24. Biak |

Airline International

10

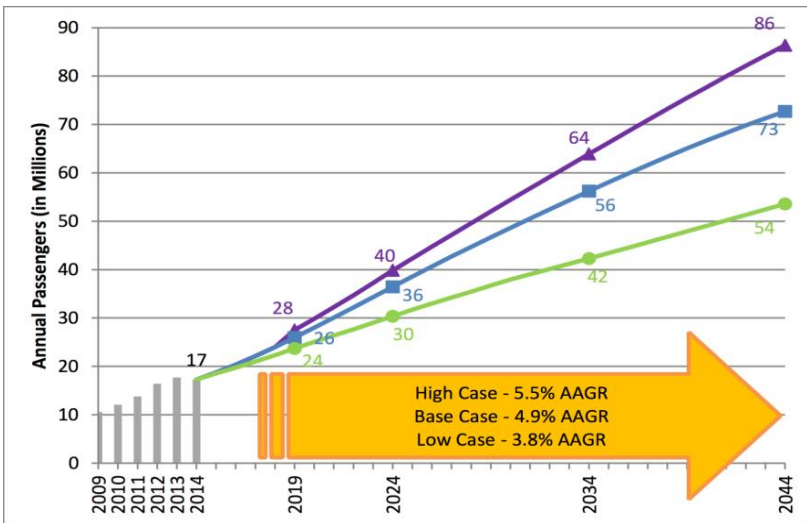
1. Garuda Indonesia
2. Air Asia
3. Silk Air
4. Singapore Airlines
5. Tiger Airways
6. Saudi Arabian Air
7. Cathay Pacific
8. China Airlines
9. Eva Air
10. Royal Brunei

Destinasi International

9

1. Singapura
2. Kuala Lumpur
3. Johor Bahru
4. Penang
5. Bandar Seri Begawan
6. Hongkong
7. Bangkok
8. Jeddah
9. Taipei

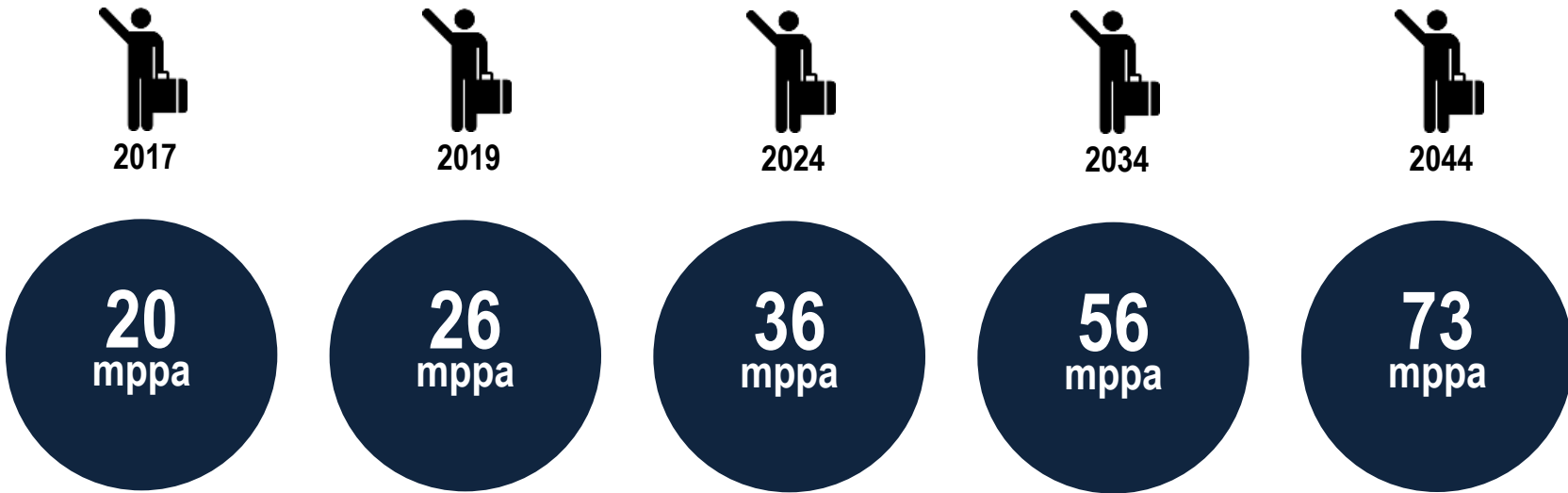
Penumpang



Passengers to quadruple over the next 30 years

AAGR = average annual growth rate

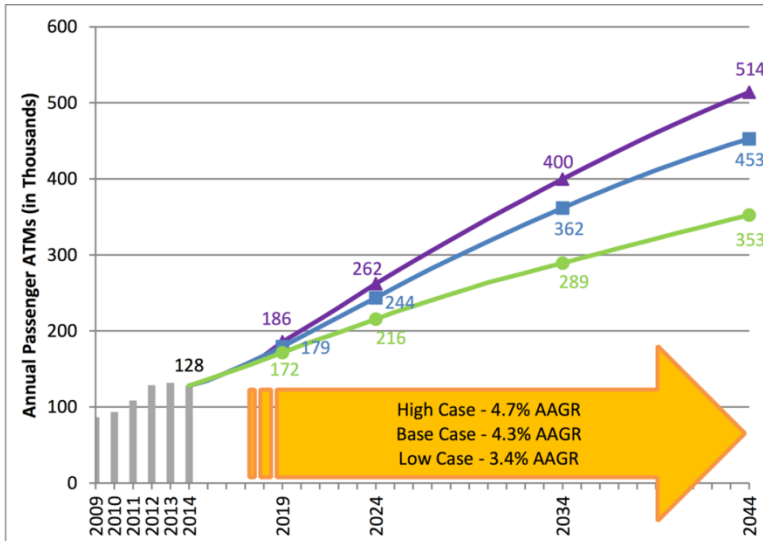
— Pesimis — Moderat — Optimis



	PESIMIS	MODERAT	OPTIMIS
Eksisting (2017)	20 Juta (pax/year)	20 Juta (pax/year)	20 Juta (pax/year)
Tahap I (2019)	24 Juta (pax/year)	26 Juta (pax/year)	28 Juta (pax/year)
Tahap II (2024)	30 Juta (pax/year)	36 Juta (pax/year)	40 Juta (pax/year)
Tahap III (2034)	42 Juta (pax/year)	56 Juta (pax/year)	64 Juta (pax/year)
Tahap IV (2044)	54 Juta (pax/year)	73 Juta (pax/year)	86 Juta (pax/year)

Sources : Landrum & Brown Consultant

Pesawat



Passengers ATMs to increase 3.5 folds over the next 30 years

AAGR = average annual growth rate

— Pesimis — Moderat — Optimis



2017

148 rb
AC mov



2019

189 rb
AC mov



2024

254 rb
AC mov



2034

372 rb
AC mov



2044

463 rb
AC mov

PESIMIS

MODERAT

OPTIMIS

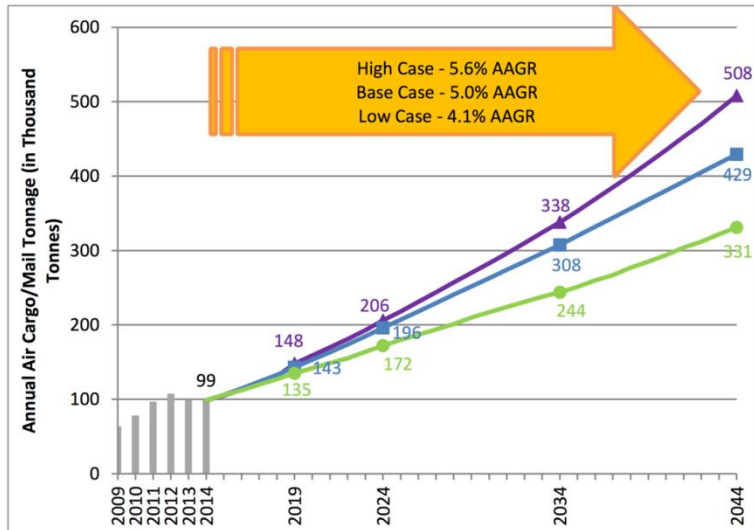
Eksisting (2017) : 148 Ribu (mov/year)
Tahap I (2019) : 172 Ribu (mov/year)
Tahap II (2024) : 216 Ribu (mov/year)
Tahap III (2034) : 289 Ribu (mov/year)
Tahap IV (2044) : 353 Ribu (mov/year)

148 Ribu (mov/year)
 189 Ribu (mov/year)
 254 Ribu (mov/year)
 372 Ribu (mov/year)
 463 Ribu (mov/year)

148 Ribu (mov/year)
 186 Ribu (mov/year)
 262 Ribu (mov/year)
 400 Ribu (mov/year)
 514 Ribu (mov/year)

Sources : Landrum & Brown Consultant

Kargo



Air cargo /mail tonnage to increase 4.3 folds over the next 30 years

AAGR = average annual growth rate

— Pesimis — Moderat — Optimis



2017

98 rb ton



2019

143 rb ton



2024

196 rb ton



2034

308 rb ton



2044

429 rb ton

PESIMIS

MODERAT

OPTIMIS

Eksisting (2017) : 98 Ribu (ton/year)
Tahap I (2019) : 135 Ribu (ton/year)
Tahap II (2024) : 172 Ribu (ton/year)
Tahap III (2034) : 244 Ribu (ton/year)
Tahap IV (2044) : 331 Ribu (ton/year)

98 Ribu (ton/year)
141 Ribu (ton/year)
193 Ribu (ton/year)
303 Ribu (ton/year)
423 Ribu (ton/year)

98 Ribu (ton/year)
148 Ribu (ton/year)
206 Ribu (ton/year)
338 Ribu (ton/year)
508 Ribu (ton/year)

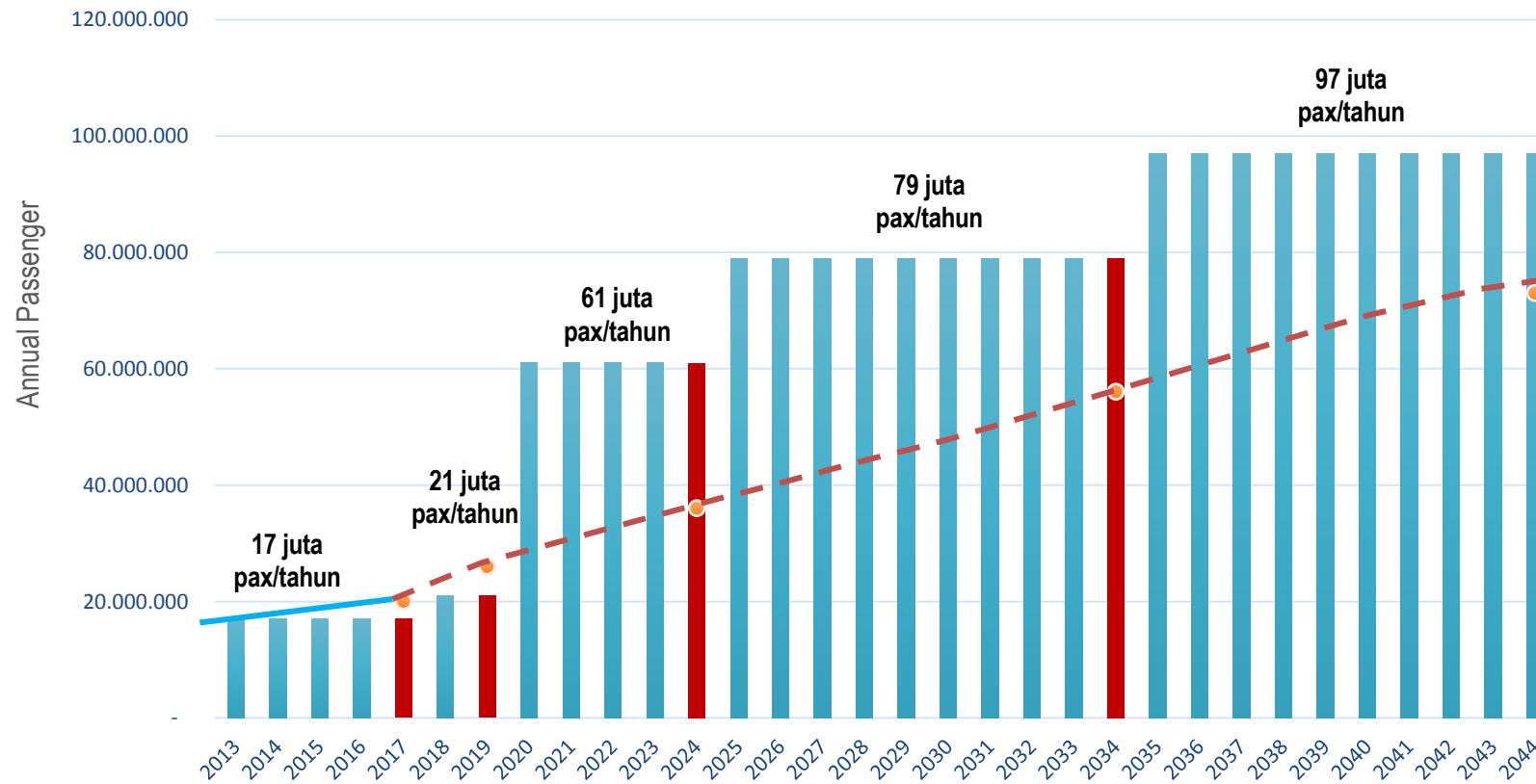
Rencana Pengembangan

Investasi : + Rp 9,1 T
 Pendanaan : PT AP I
 Pinjaman Bank & Obligasi
 Potential Strategic Investor
 Konstruksi : 2017 – 2019
 Target Operasi : 2019 (26 mppa)



Fasilitas	Eksisting	Tahap I (2019)	Tahap II (2024)	Tahap III (2034)	Tahap IV (2044)
Penumpang	17.000.000	26.000.000	36.000.000	56.000.000	73.000.000
Terminal					
Terminal 1	54,011	77,811	77,811	77,811	77,811
Terminal 2	45,093	45,093	45,093	45,093	45,093
Terminal 3	-	-	464,486	639,743	815,000
Total	99,104	128,104	587,390	762,647	937,904
Parking Stand					
Type C (ATR 72)	2	2	4	5	6
Type C (B737)	38	38	72	102	122
Type E (A330/B777)	4	4	5	8	11
Type F (B747-8/A380)	-	-	-	1	2
Total	44	44	81	116	141
Luas Apron	256,469	305,132	1,000,341	1,221,869	1,460,531

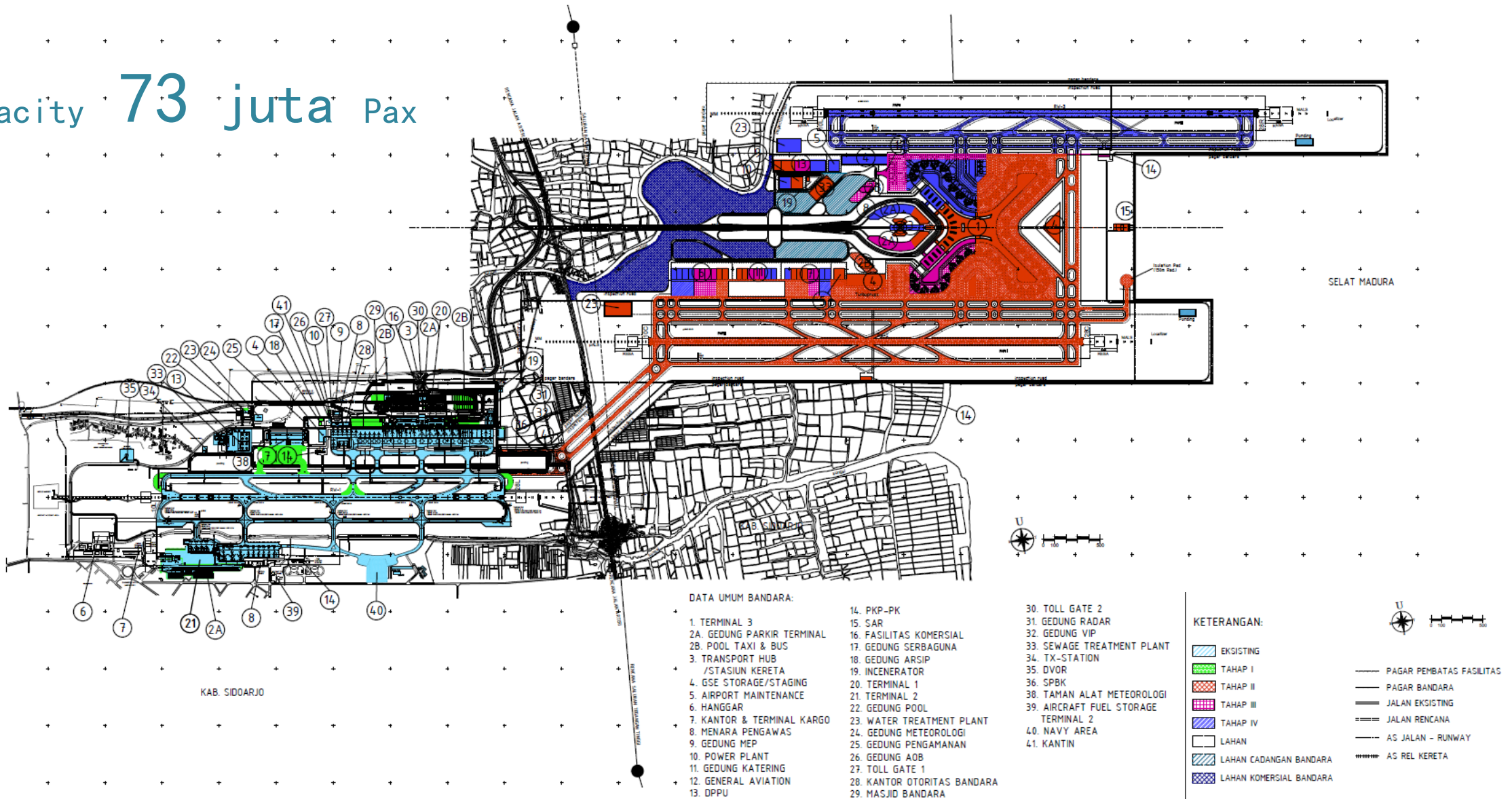
Pentahapan Pembangunan



- Tahap I : Kapasitas 21 juta pax/tahun pada 2017-2019
- Tahap II : Kapasitas 61 juta pax/tahun pada 2020-2024
- Tahap III : Kapasitas 79 juta pax/tahun pada 2025-2034
- Tahap IV : Kapasitas 97 juta pax/tahun pada 2035-2044

- █ Pengembangan Bandara
- █ Kapasitas Bandara
- - - Passengers Forecast

Capacity **73 juta Pax**



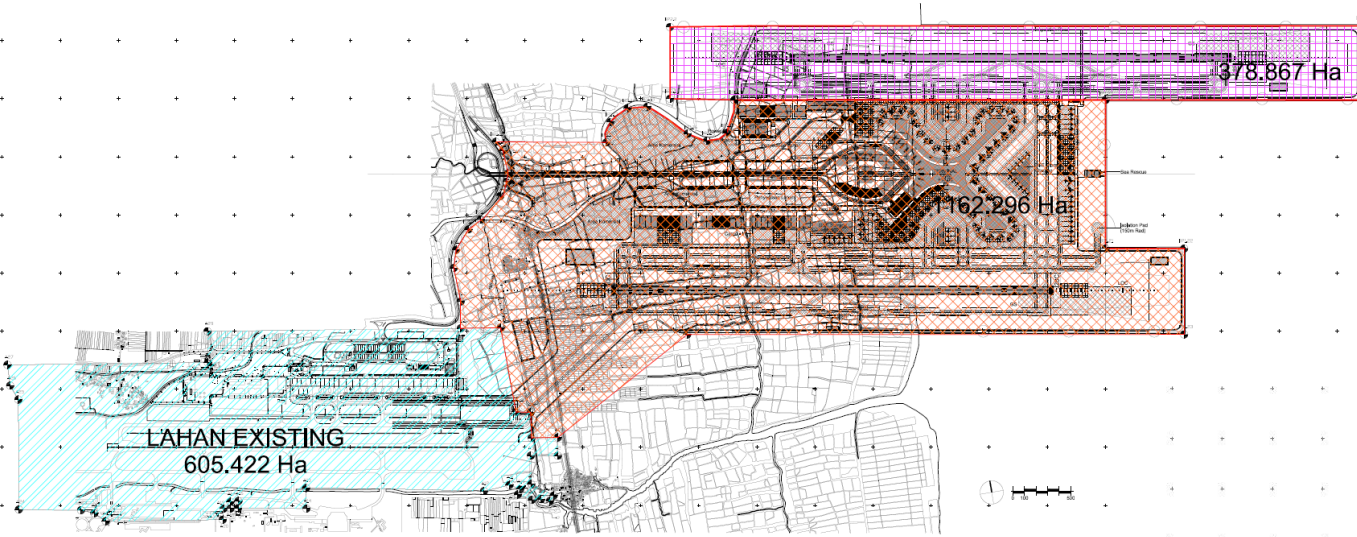
DATA UMUM BANDARA:




- | | | |
|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 1. TERMINAL 3 | 14. PKP-PK | 30. TOLL GATE 2 |
| 2A. GEDUNG PARKIR TERMINAL | 15. SAR | 31. GEDUNG RADAR |
| 2B. POOL TAXI & BUS | 16. FASILITAS KOMERSIAL | 32. GEDUNG VIP |
| 3. TRANSPORT HUB /STASIUN KERETA | 17. GEDUNG SERBAGUNA | 34. TX-STATION |
| 4. GSE STORAGE/STAGING | 18. GEDUNG ARSIP | 35. DVOR |
| 5. AIRPORT MAINTENANCE | 19. INCENERATOR | 36. SPBK |
| 6. HANGGAR | 20. TERMINAL 1 | 38. TAMAN ALAT METEOROLOGI |
| 7. KANTOR & TERMINAL KARGO | 21. TERMINAL 2 | 39. AIRCRAFT FUEL STORAGE |
| 8. MENARA PENGAWAS | 22. GEDUNG POOL | TERMINAL 2 |
| 9. GEDUNG MEP | 23. WATER TREATMENT PLANT | 40. NAVY AREA |
| 10. POWER PLANT | 24. GEDUNG METEOROLOGI | 41. KANTIN |
| 11. GEDUNG KATERING | 25. GEDUNG PENGAMANAN | |
| 12. GENERAL AVIATION | 26. GEDUNG AOB | |
| 13. DPPU | 27. TOLL GATE 1 | |
| | 28. KANTOR OTORITAS BANDARA | |
| | 29. MASJID BANDARA | |

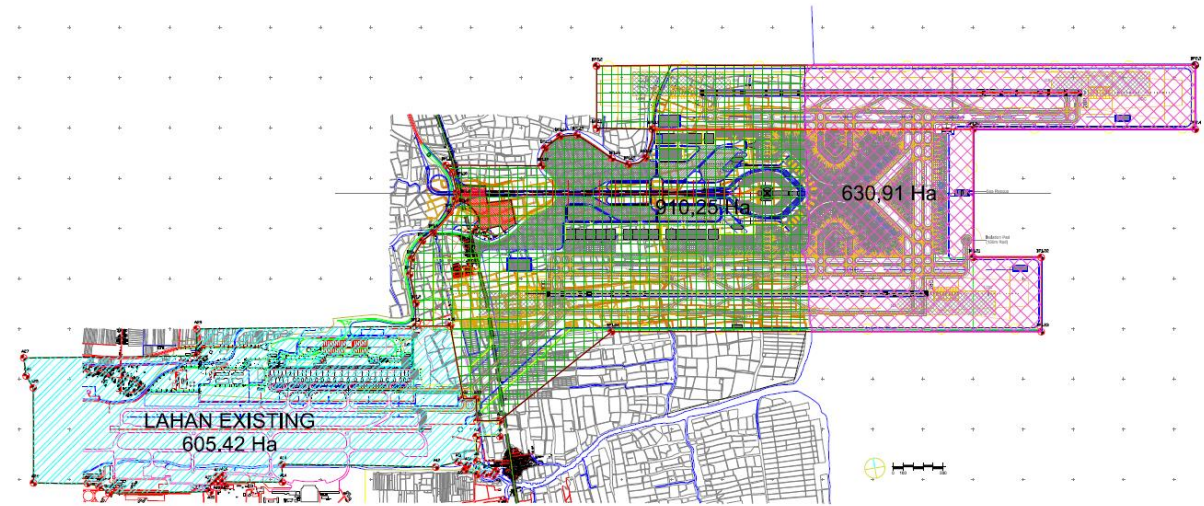
KETERANGAN:




- EKSISTING
- TAHAP I
- TAHAP II
- TAHAP III
- TAHAP IV
- LAHAN
- LAHAN CADANGAN BANDARA
- LAHAN KOMERSIAL BANDARA
- PAGAR PEMBATAK FASILITAS
- PAGAR BANDARA
- JALAN EKSISTING
- JALAN RENCANA
- AS JALAN - RUNWAY
- AS REL KERETA

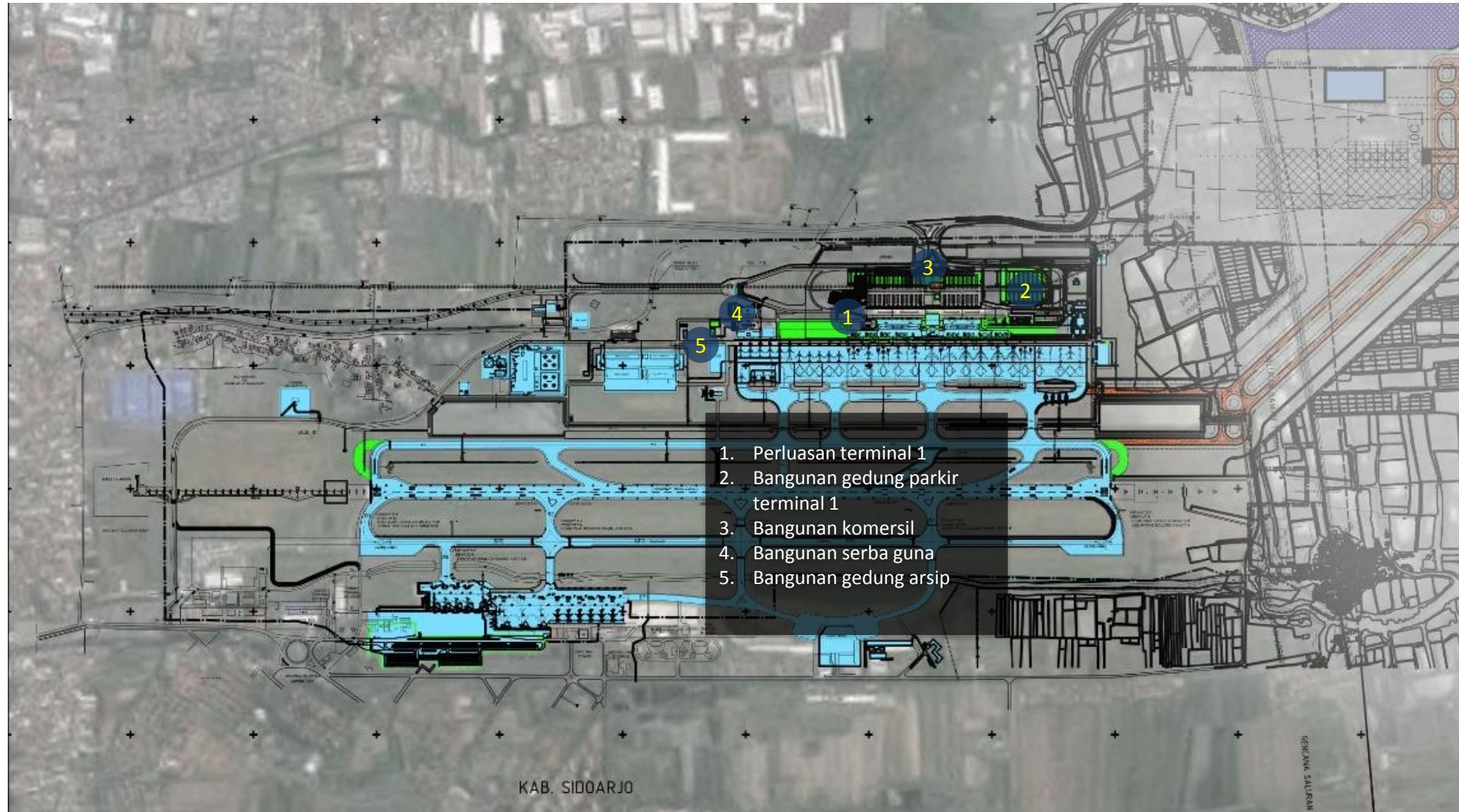
Pembebasan Lahan dan Reklamasi



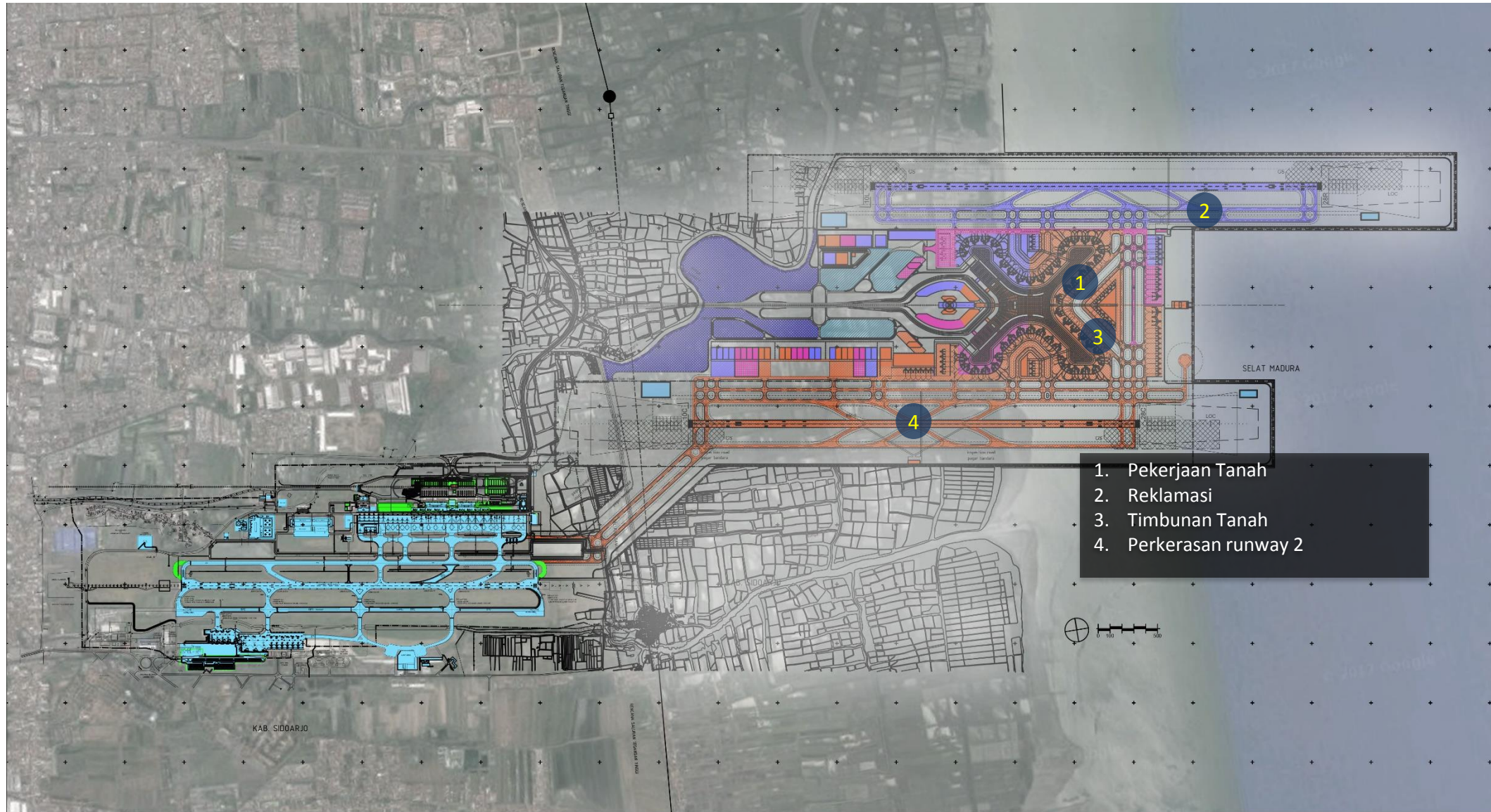
	LUAS LAHAN EXSISTING	= 605.422 Ha
	LUAS LAHAN PENGEMBANGAN 1	= 1162.296 Ha
	LUAS LAHAN PENGEMBANGAN 2	= 378.867 Ha

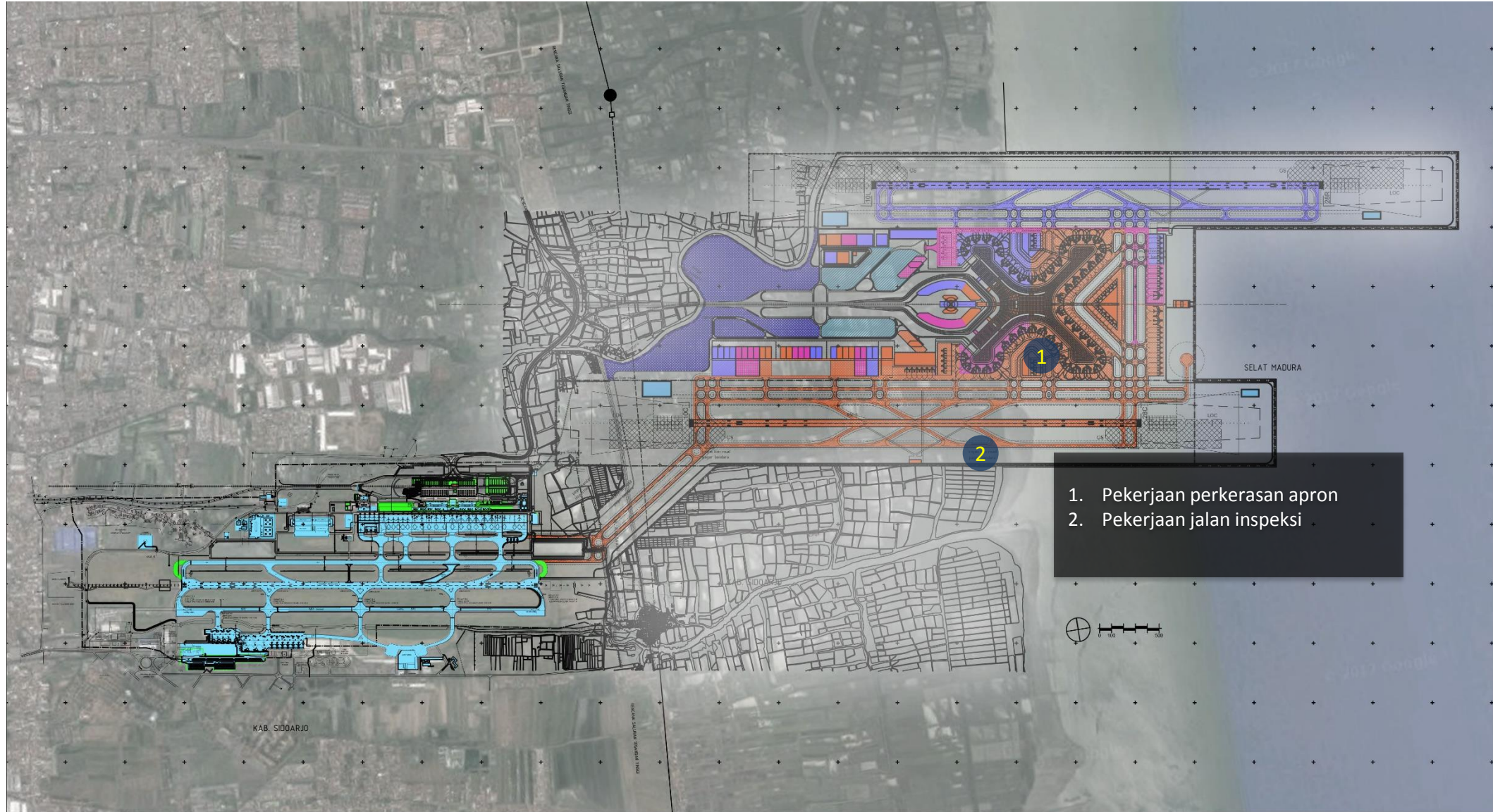


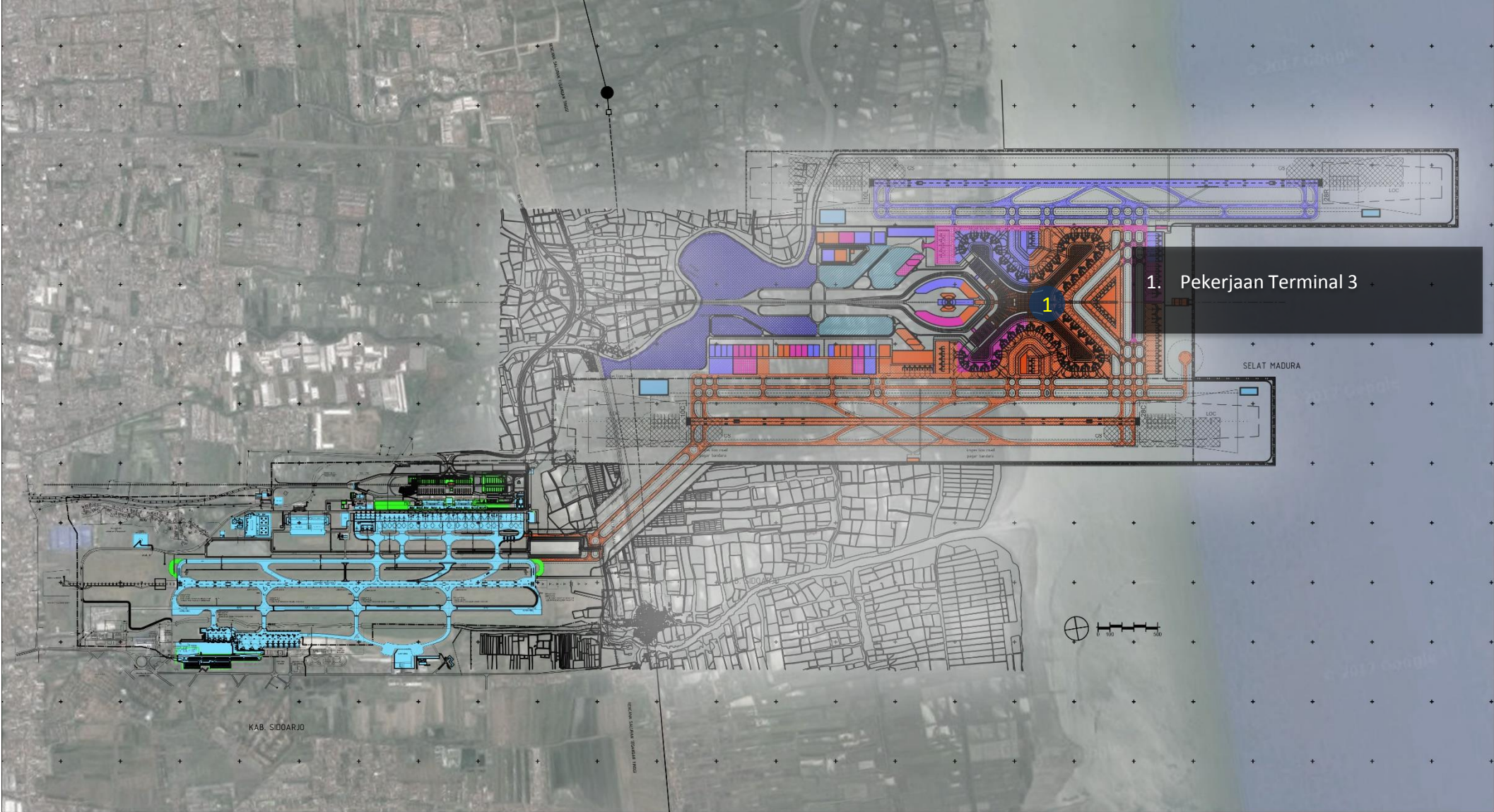
	LUAS LAHAN EXSISTING	= 605.42 Ha
	LUAS PEMBEBASAN LAHAN	= 910.25 Ha
	LUAS AREA REKLAMASI	= 630.91 Ha

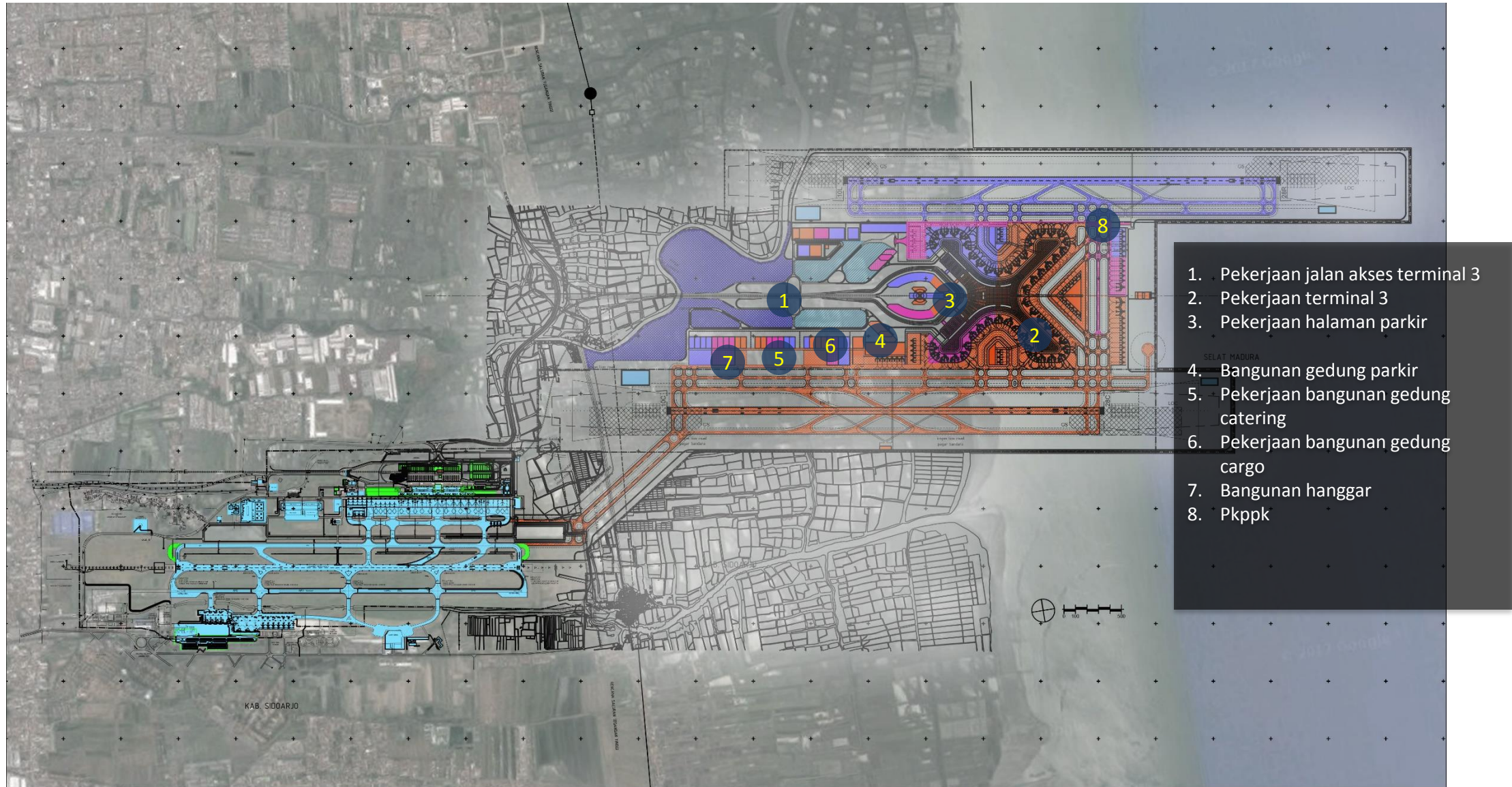












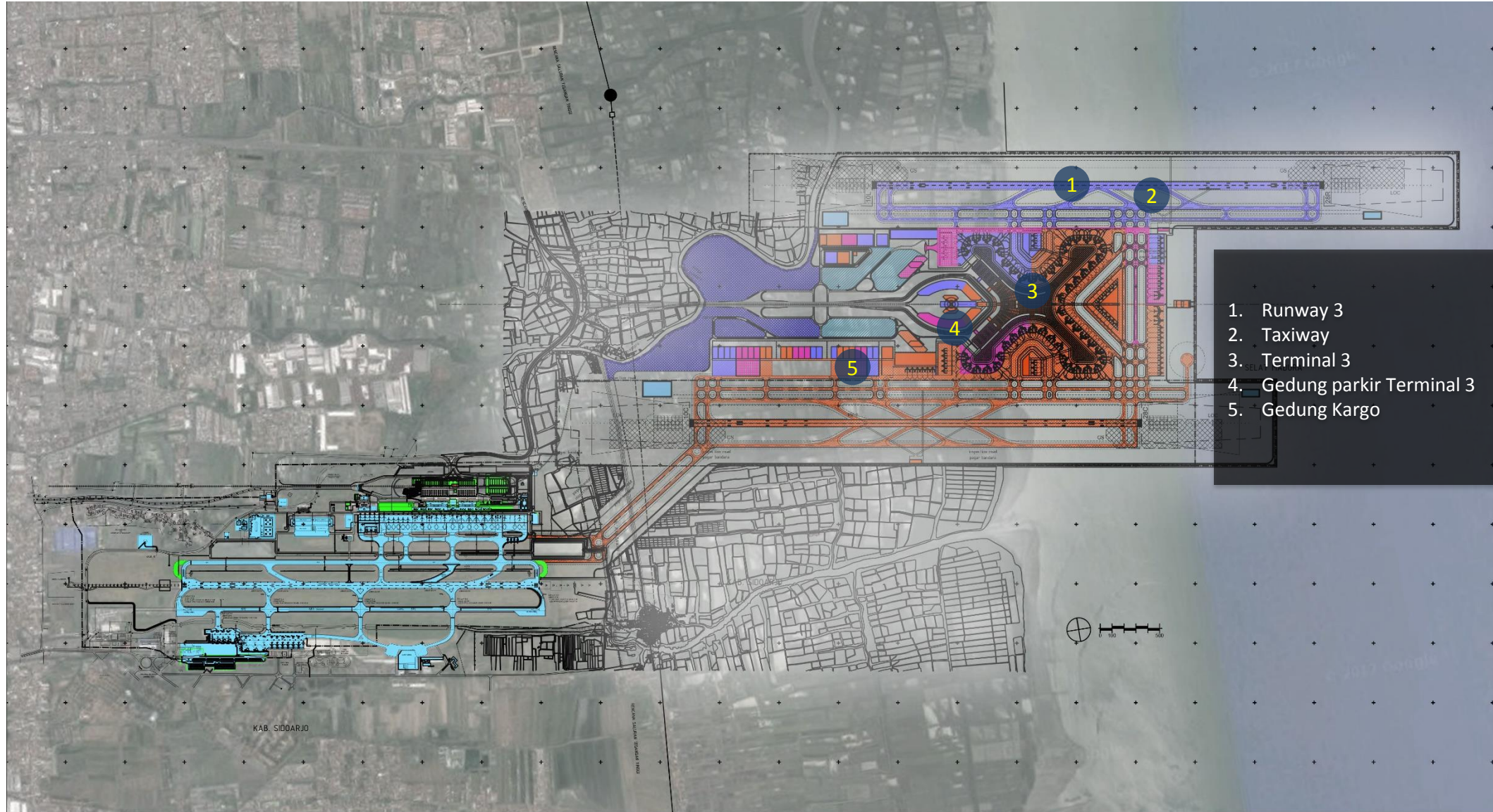


- 1. Pekerjaan reklamasi sisi laut
- 2. Timbunan tanah
- 3. Pekerjaan apron
- 4. Terminal 3
- 5. Jalan akses terminal 3



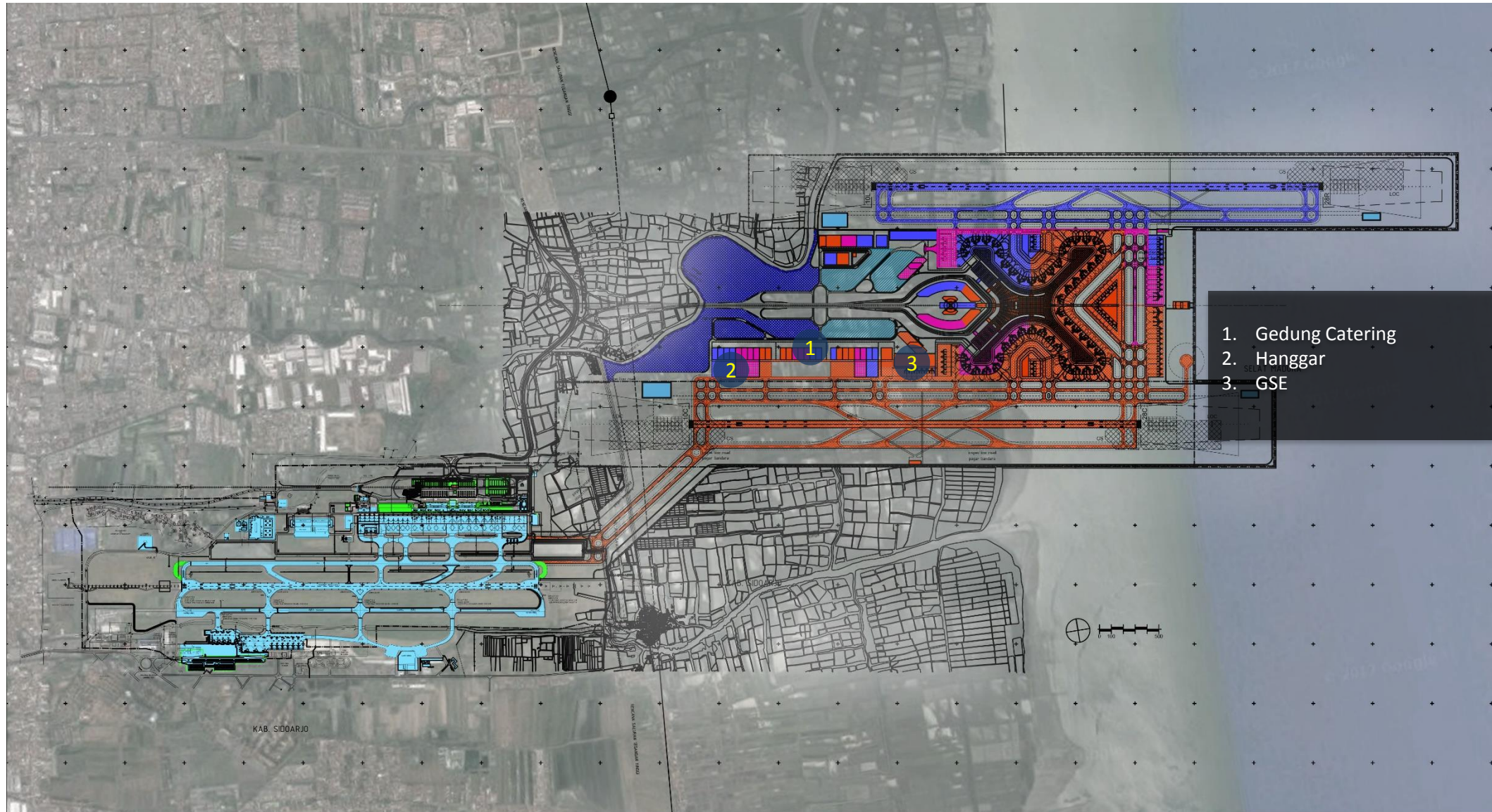
- 1. Terminal 3
- 2. Parkir pool taksi T3
- 3. Gedung Catering
- 4. Kargo
- 5. Hanggar
- 6. GSE
- 7. ATC
- 8. PKPPK

Master Plan – (Tahap IV Stage 1)



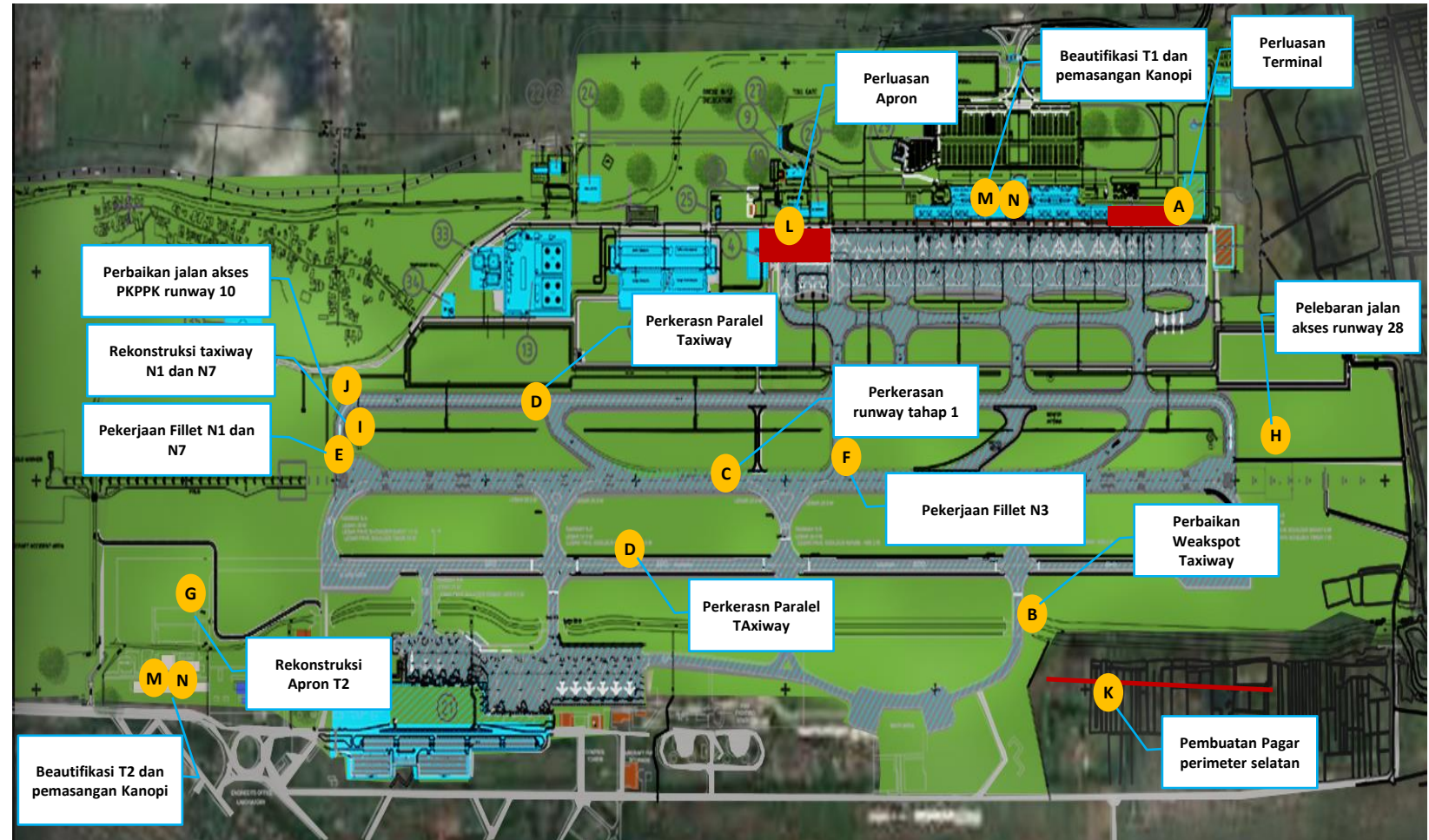
- 1. Runway 3
- 2. Taxiway
- 3. Terminal 3
- 4. Gedung parkir Terminal 3
- 5. Gedung Kargo

Master Plan – (Tahap IV Stage 2)

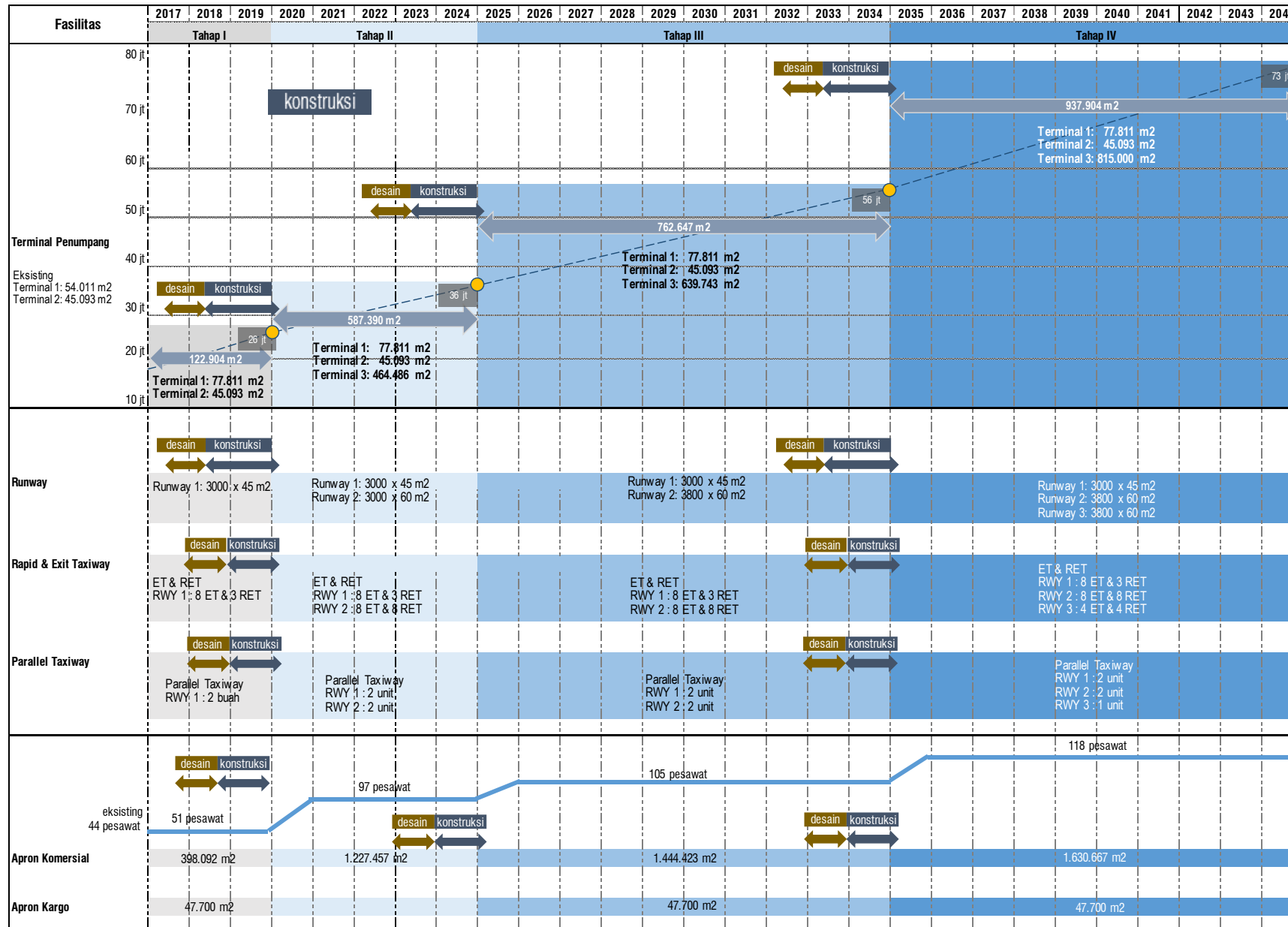


Lokasi Pengembangan Fasilitas (2017-2019)

- A. Perluasan Terminal T1 dan Fasilitas Penunjangnya
- B. Perbaiki Weak Spot Taxiway
- C. Perkerasan runway tahap 1
- D. Pekerjaan Paralel Taxiway N1 dan N7
- E. Pekerjaan Fillet N1 dan N7
- F. Pekerjaan Fillet Taxiway N3
- G. Rekonstruksi Apron B Terminal 2
- H. Pelebaran Jalan Akses Runway 28
- I. Rekonstruksi Taxiway N1 dan N7
- J. Pelebaran jalan Akses PKPPK di Runway 10
- K. Pembuatan Pagar Perimeter Selatan Kalituren
- L. Pekerjaan Konstruksi Perluasan Apron dan Taxiway di Bandara Internasional Juanda Surabaya Termasuk Konsultan
- M. Pembuatan Kanopi di T1 dan T2
- N. Beautifikasi Interior Terminal T1 dan T2



Tahap Pengembangan Bandara Juanda



Airside & Landside Perspective



Airside & Landside Perspective



Landside Perspective

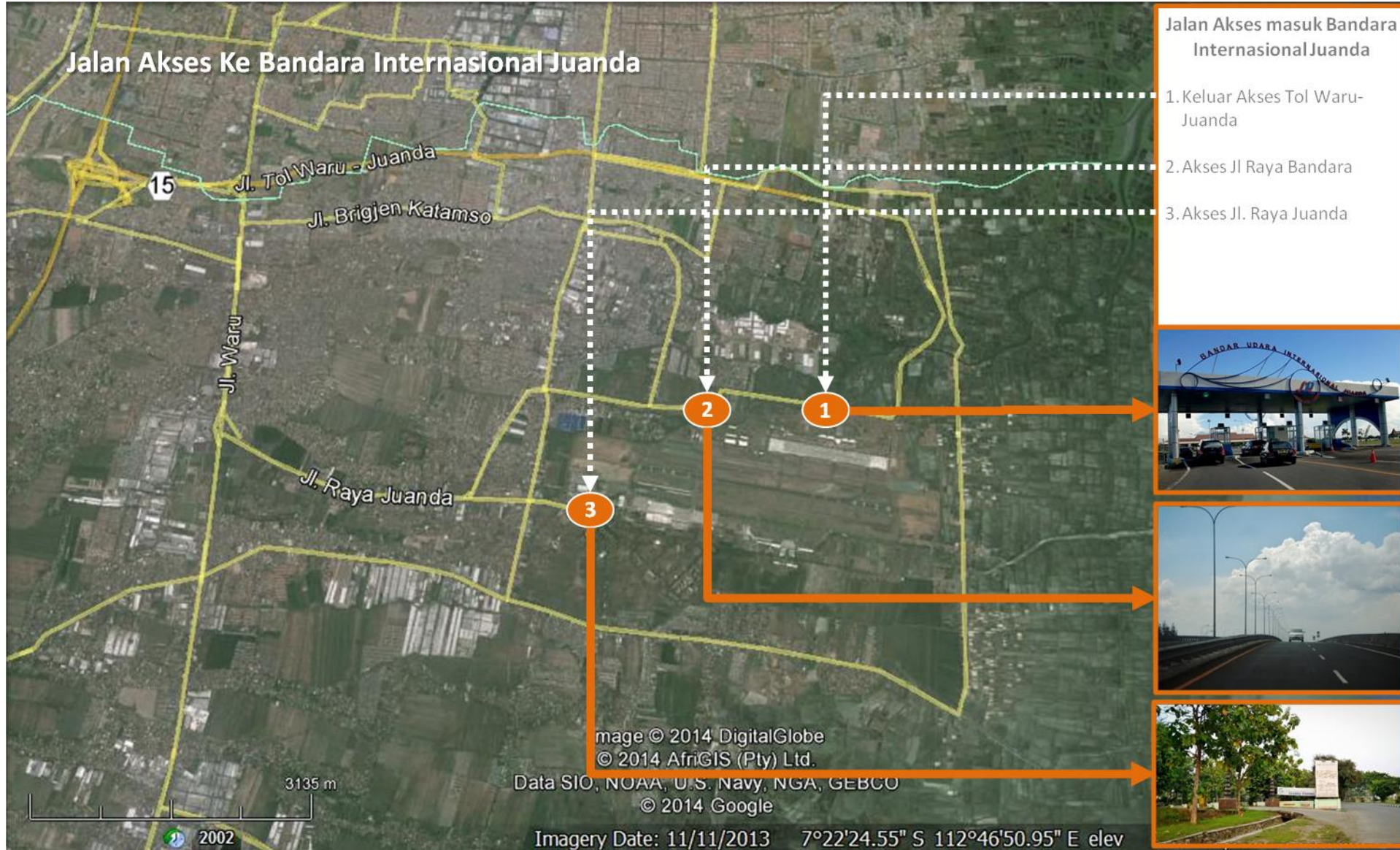


Landside Perspective



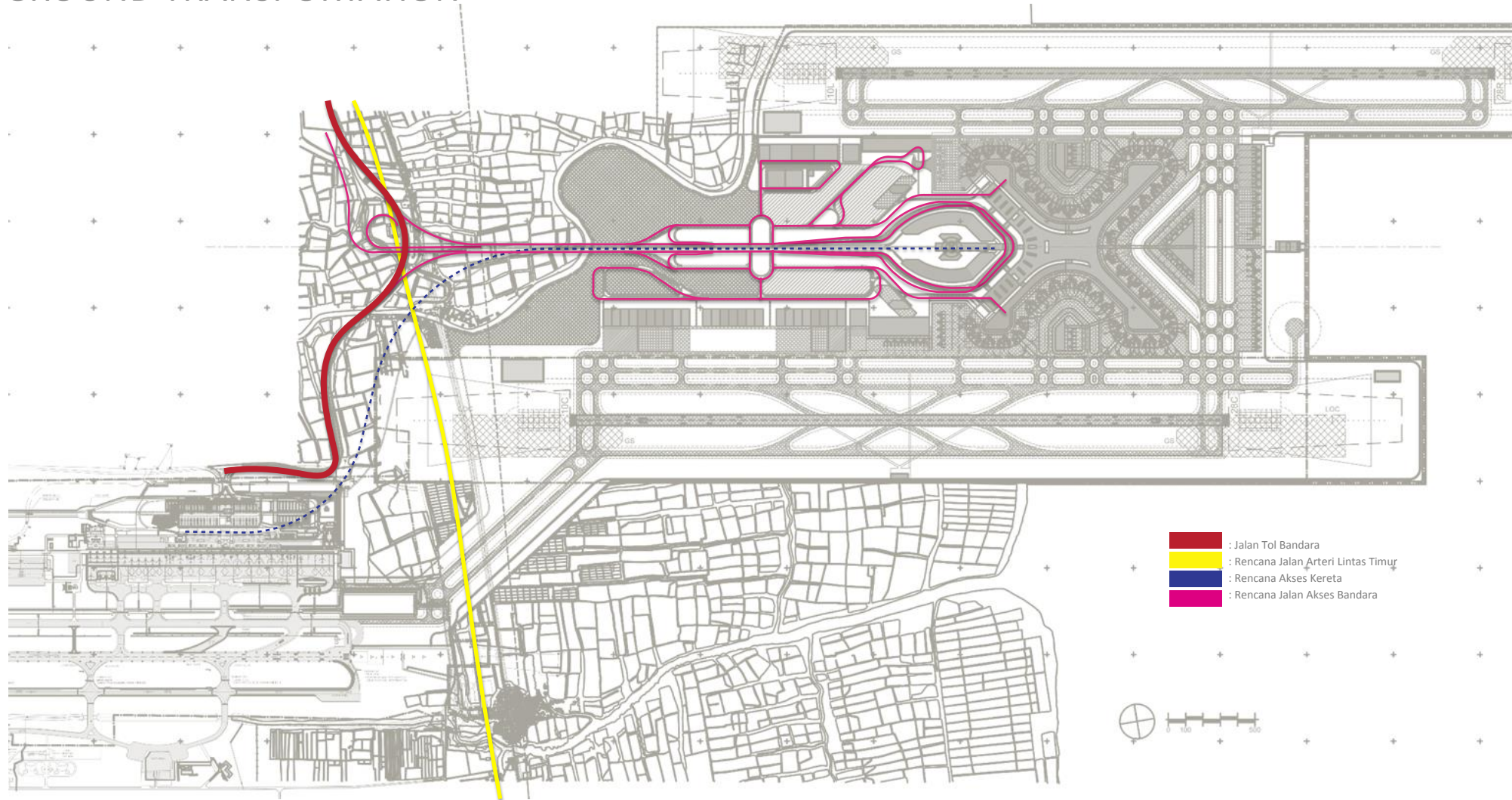
Terminal 3





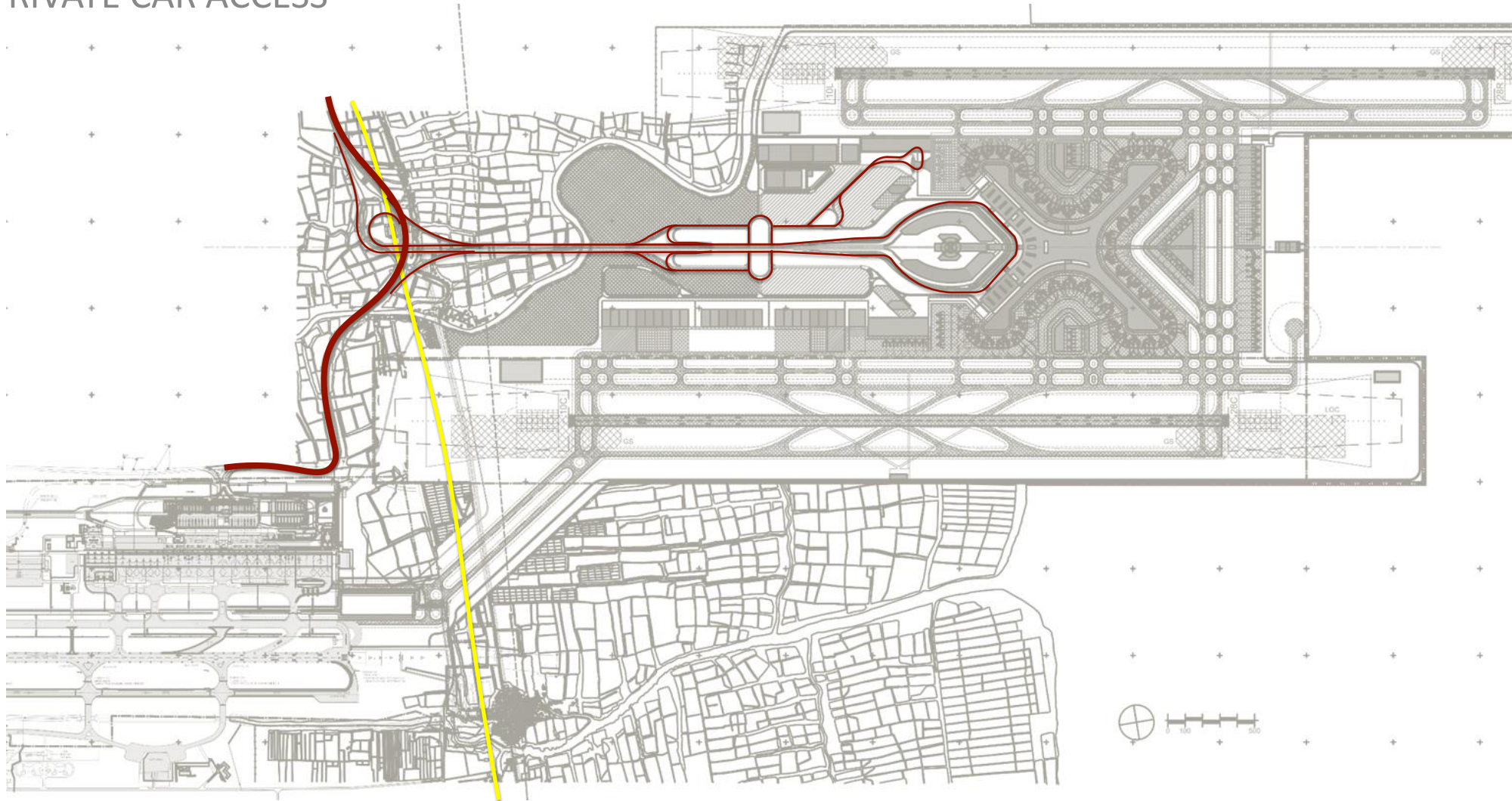
Accessibility

GROUND TRANSPORTATION



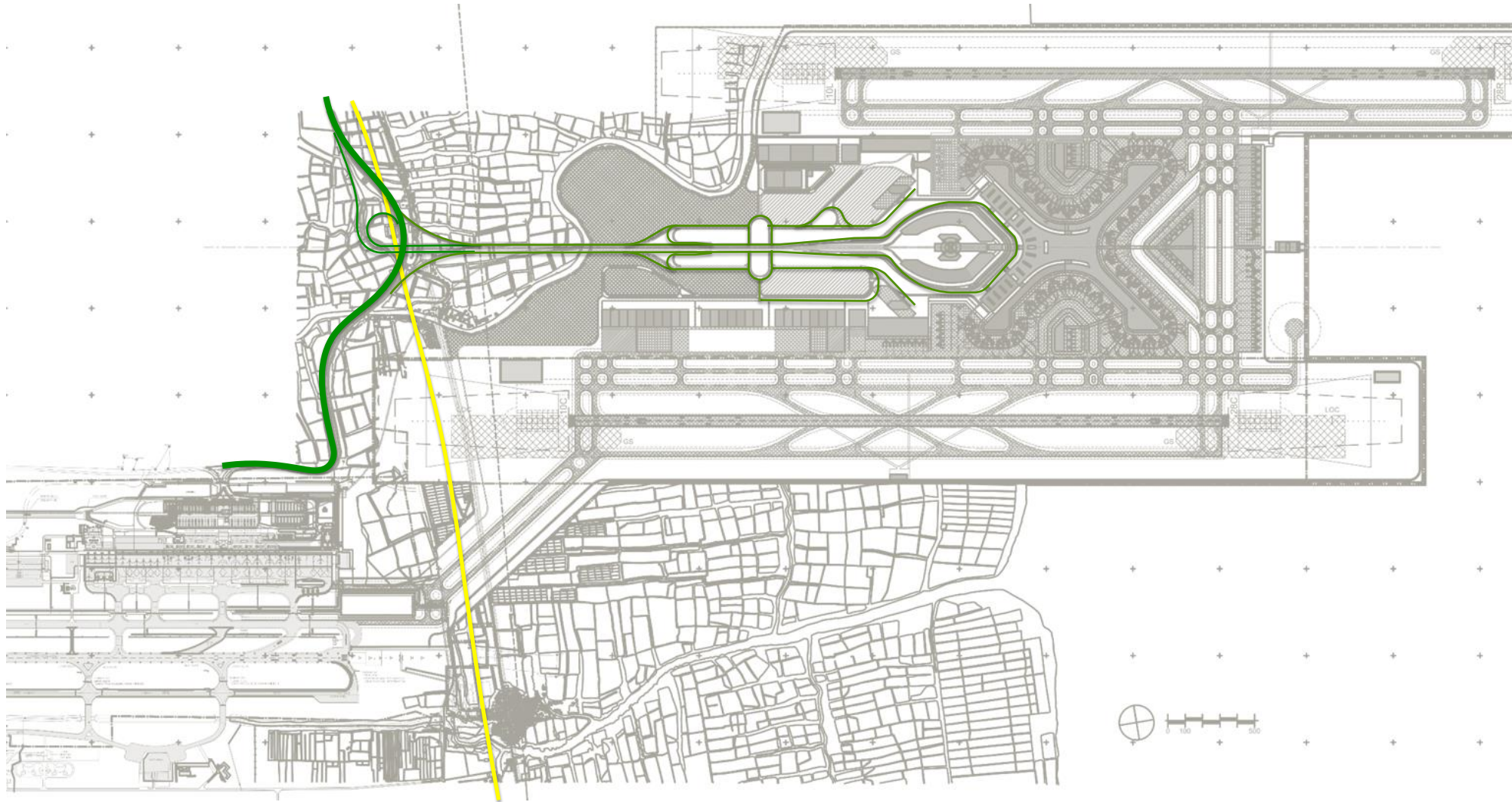
Accessibility

PRIVATE CAR ACCESS



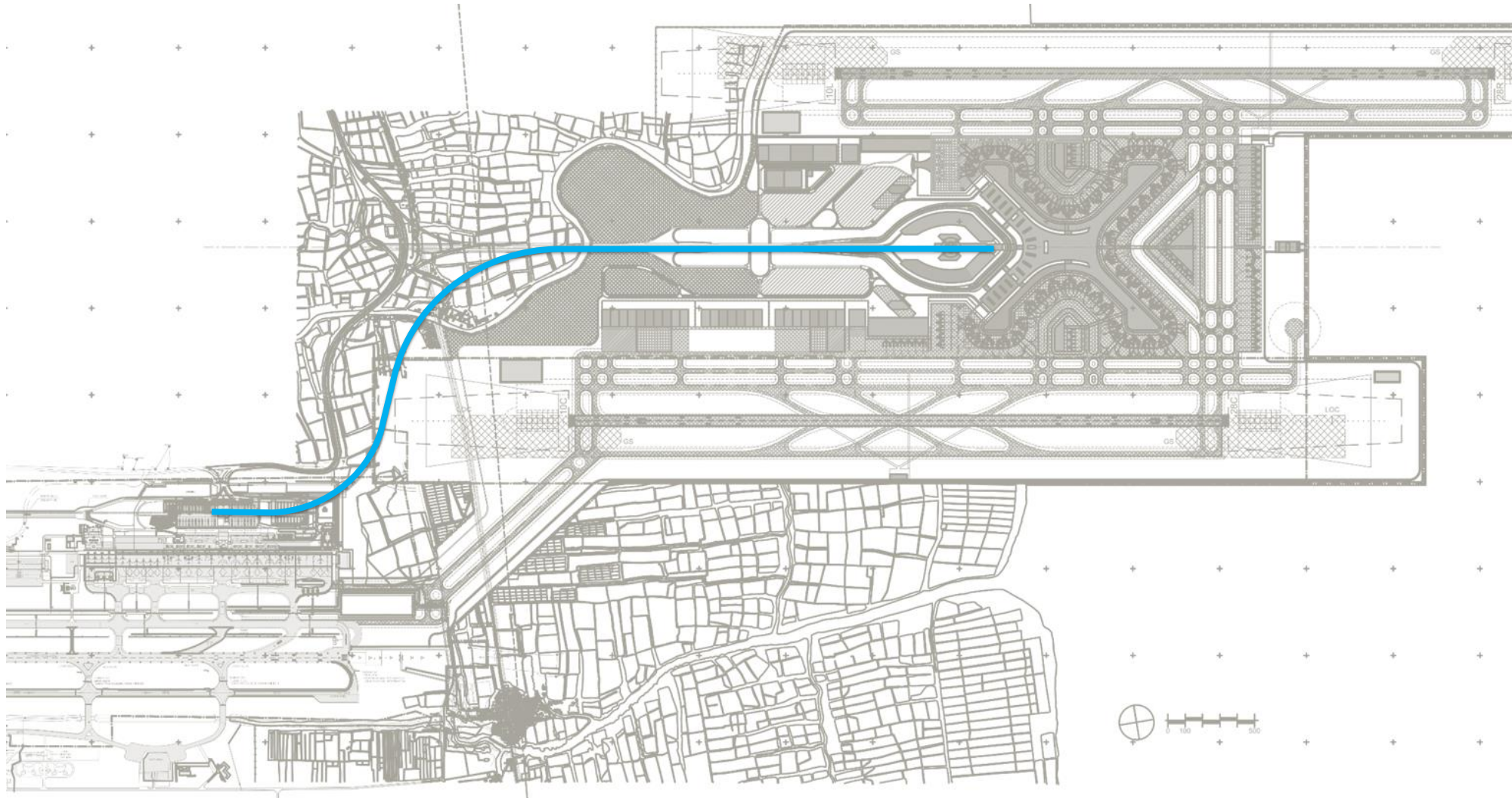
Accessibility

TAXI & BUS ACCESS

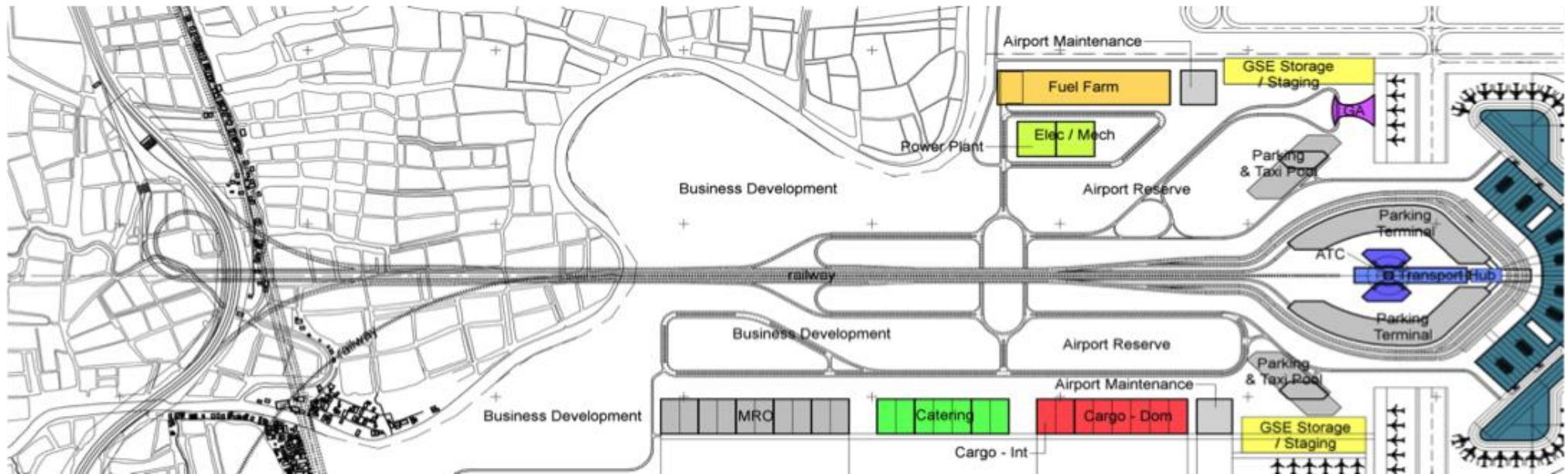
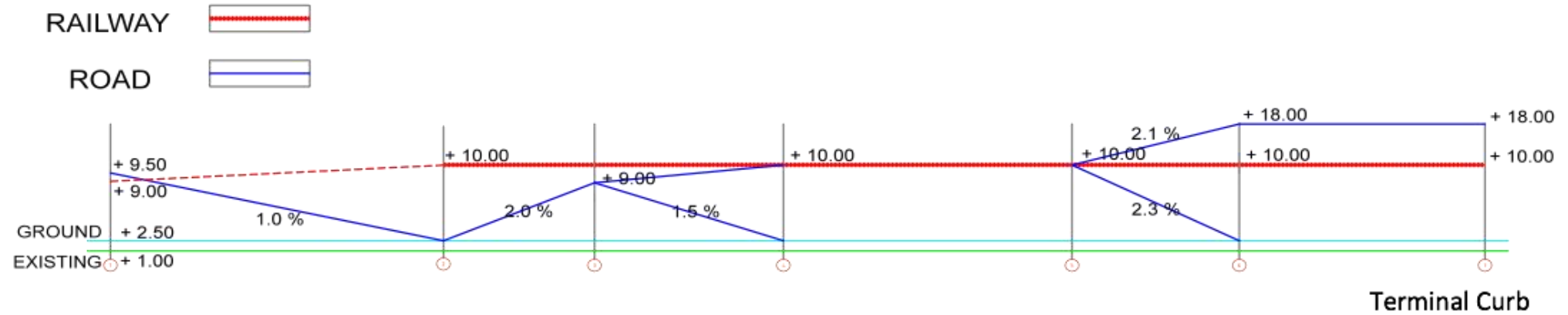


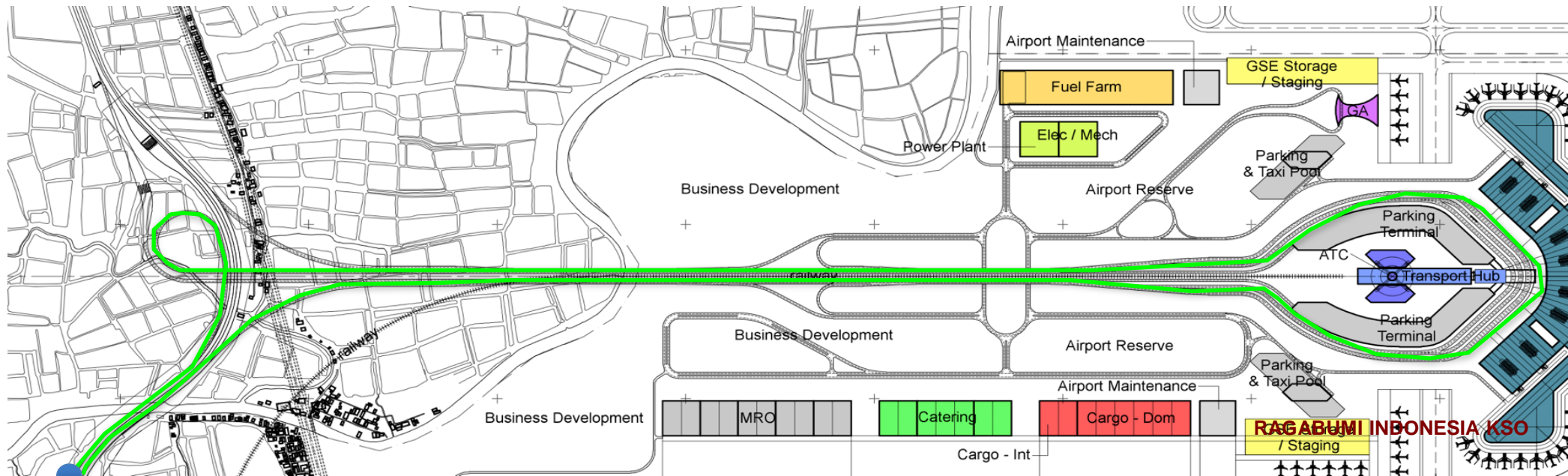
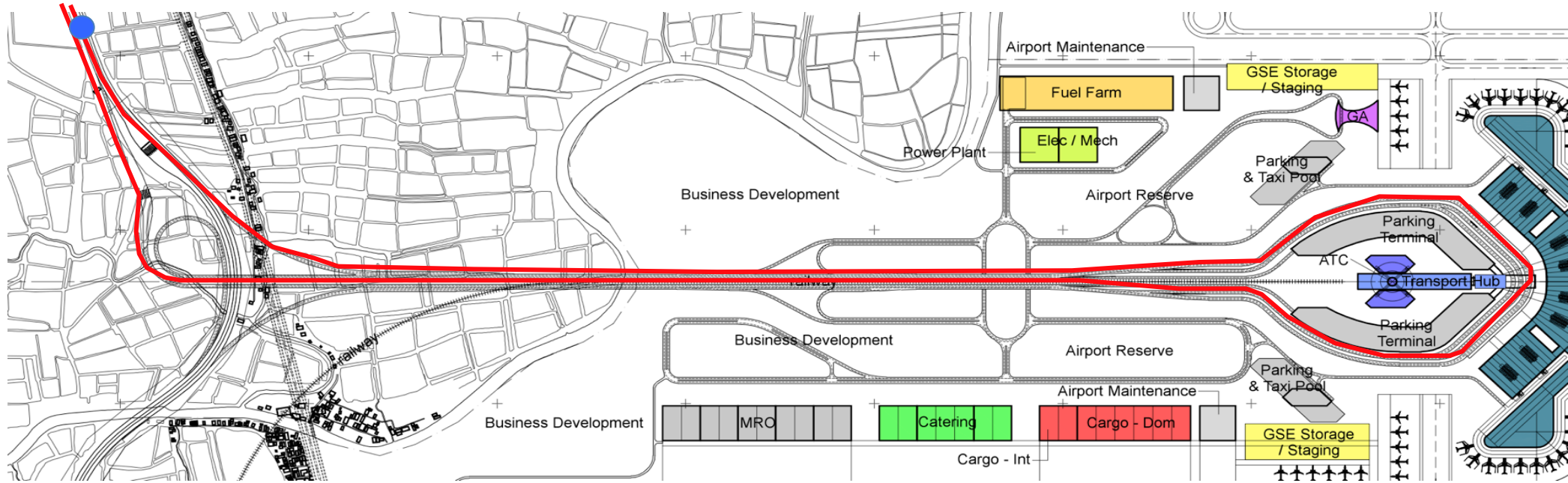
Accessibility

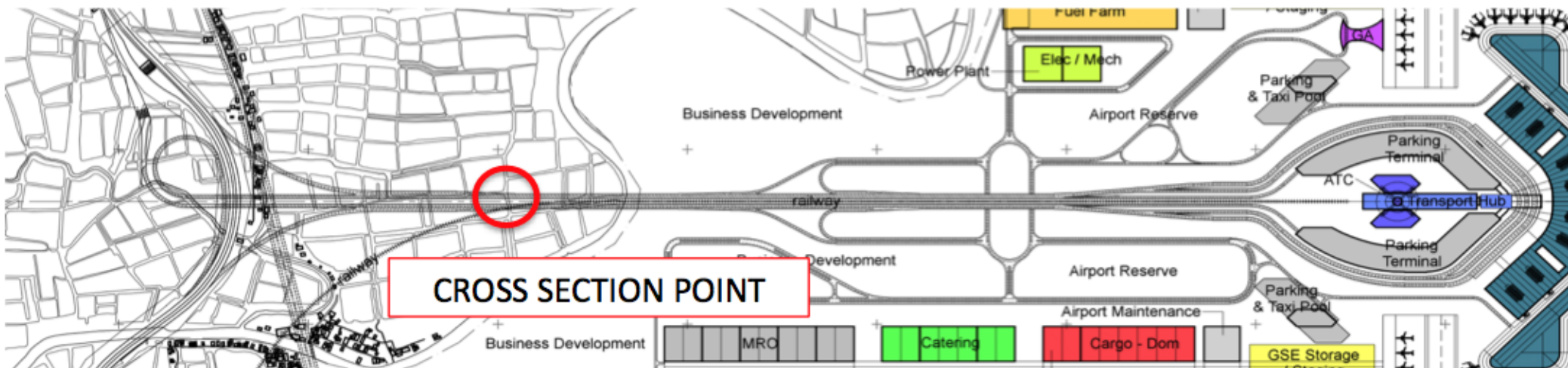
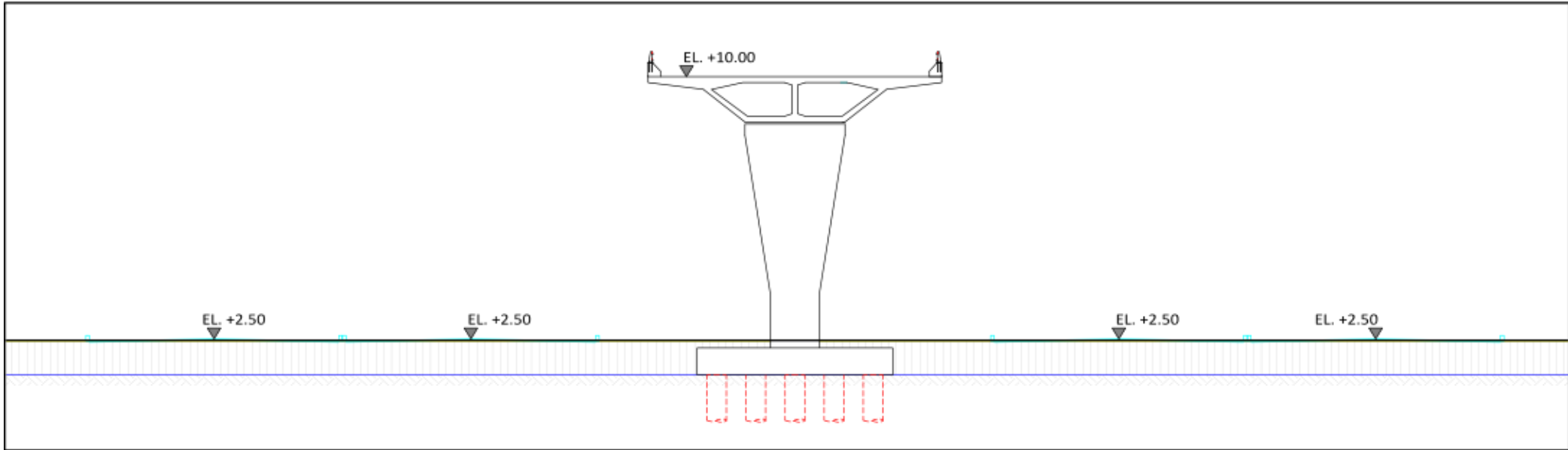
MASS RAPID TRANSPORT



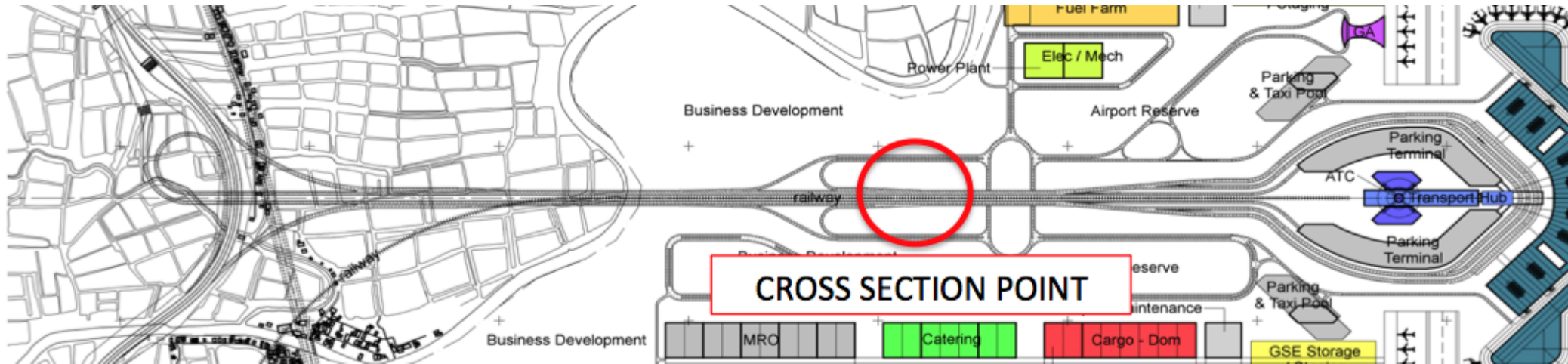
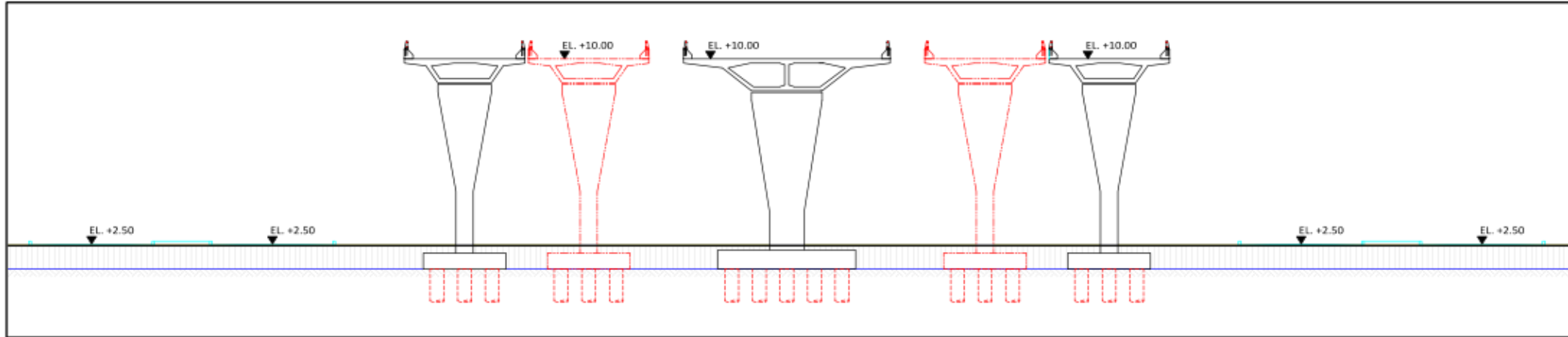
ROAD & RAILWAY ELEVATION LEVEL CONCEPT

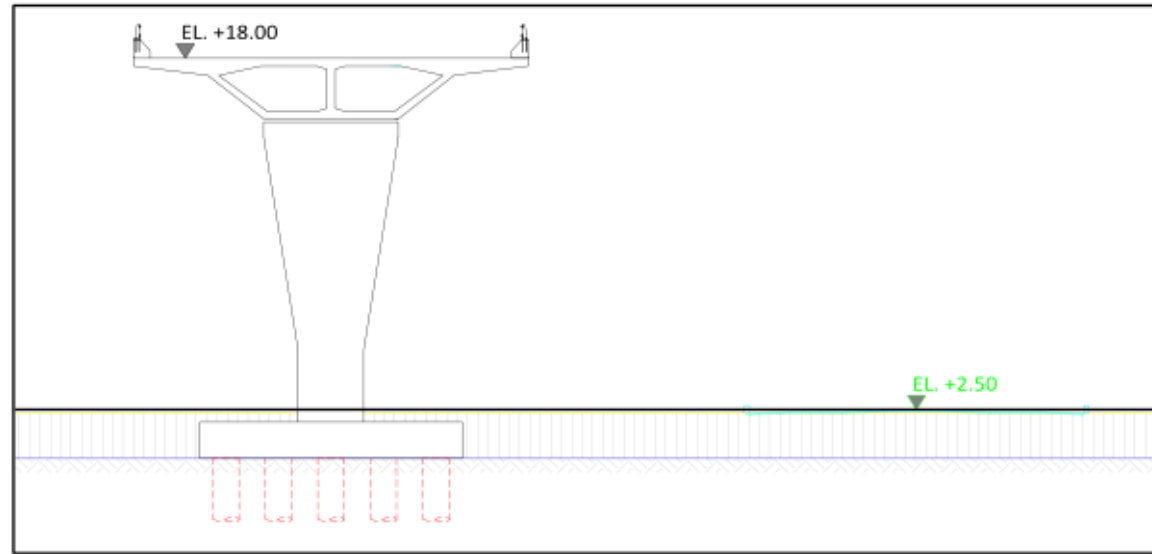






CROSS SECTION

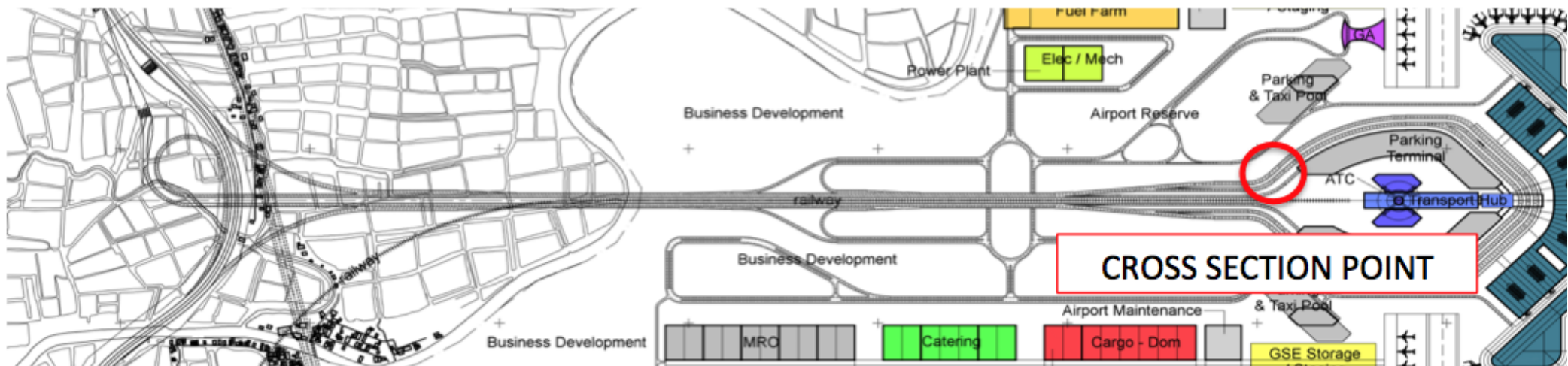




**FLY OVER
3 LANES**



**GROUND
3 LANES**



CROSS SECTION POINT



Terima Kasih