

Redesain Landasan Pacu Bandara Adisutjipto Yogyakarta

Redesign Of The Airport Adisutjipto Yogyakarta

Dwika Sulistio Ramadhan, Emil Adly, S.T., M. Eng.

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Bandar Udara Adisutjipto merupakan salah satu prasarana transportasi yang dapat menunjang pergerakan manusia dan barang di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dengan cepat dan efisien. Dengan adanya pertumbuhan penumpang dan barang setiap tahunnya maka perlu adanya peningkatan pelayanan dari sisi udara pada bandara. Peningkatan ini guna menambah tingkat pelayanan, kenyamanan serta keselamatan. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan desain panjang landasan pacu dengan menggunakan metode ICAO, data sekunder yg di gunakan berupa data pergerakan lalu lintas bandara, layout, data faktor elevasi, slope dan suhu. Hasil penelitian menunjukkan jumlah kedatangan pesawat mengalami kenaikan sebesar 16.9 %, jumlah penumpang mengalami kenaikan sebesar 17,3 %, jumlah kargo mengalami kenaikan sebesar 30,5 %. Panjang landasan yang sesuai dengan perhitungan adalah sepanjang 2766 meter untuk pesawat B737-900ER agar aman dan nyaman saat take-off dan landing.

Kata kunci: Bandar udara, ICAO, Landasan pacu, Redesain.

Abstract. Adisutjipto airport is one of the transportation infrastructures that can support the movement of people and goods quickly and efficiently in the province of Yogyakarta. Because of the airport needs to be considered. This improvement intended to intensify the level of service, comfort, and safety. The purpose of this study is to get the design of runway length using ICAO method, secondary data used are airport traffic movement data used are airport traffic movement data, layouts, elevation factor data, slope, and temperature. The result shows the amount of arrival of the planes has increased in the ammount of 16,9%. the number of passengers has increased to 17,3%, the ammount of cargo increased to 30,5%. The length of the runway according to calculations is 2766 meter for plain of B737-900ER in order to stay comfort and safe when take-off and landing.

Key words : Airport, ICAO, Runway, Redesign

1. Pendahuluan

Bandara Internasional Adisutjipto sebagai sebuah “Pintu Gerbang” dunia internasional bagi D.I.Yogyakarta dan saat ini berada dalam kondisi over load yang diidentifikasi dengan seringnya keterlambatan penerbangan, sedangkan prediksi permintaan rute penerbangan ke Yogyakarta dipastikan akan mengalami peningkatan kedepannya.

Aktivitas transportasi udara di Daerah Istimewa Yogyakarta belakangan ini mengalami peningkatan baik jumlah penumpang, kargo, maupun penerbangan. Data Bandara Adisutjipto

menyebutkan bahwa ada sebanyak 5.878.359 orang yang datang dan berangkat dari bandara tersebut pada tahun 2014 dan meningkat hingga 6.410.668 orang pada tahun 2017. Untuk kargo juga mengalami peningkatan yaitu dari 16.033.517 ton pada tahun 2014 menjadi 15.575.066 ton pada tahun 2017. Untuk jumlah yang datang dan berangkat juga bertambah. Dari data menunjukkan pada tahun 2014 terdapat 63.359 pesawat yang takeoff dan landing, sedangkan pada tahun 2017 terdapat 64.995 pesawat. (Angkasa Pura, 2017).

Dengan meningkatnya jumlah penumpang dan beban roda pesawat maka dibutuhkan panjang runway di bandara Adisutjipto agar sesuai, dengan menggunakan metode ICAO (*International Civil Aviation Organization*). Dari uraian tersebut, maka perlu adanya sebuah redesain berupa panjang runway Bandara Adisutjipto, Yogyakarta yang sesuai dengan standar internasional berdasarkan metode ICAO (*International Civil Aviation Organization*).

(ARFL) *Aeroplane Reference Field Length* merupakan perkiraan panjang runway yang dibutuhkan untuk take off sebuah pesawat pada kondisi maximum *take off weight* (MTOW)/ berat maksimum pada saat take off, pada muka air laut, temperatur 15° C dan kelandaian 0 persen.

Dalam studi ini, keadaan panjang landasan pacu Bandara Adisutjipto Yogyakarta dianalisis menggunakan metode ICAO. Pengaruh panjang landasan pacu terhadap keamanan dan kenyamanan pesawat perlu dilakukan studi kasus. Adapun hasil dari studi ini adalah untuk meredesain panjang landasan pacu Bandara Adisutjipto sesuai dengan standar keamanan dan menggunakan metode yang telah ditentukan.

Fadholi (2013) menyatakan bahwa “Analisis Komponen Angin Landas Pacu (*Runway*) Bandara Depati Amir Pangkalpinang” penghitungan komponen angin dan klasifikasi hasil komponen angin dengan hasil penelitian adalah menunjukkan bahwa dengan asumsi pesawat akan mendarat menggunakan *runway* 34, maka dengan data arah dan kecepatan angin yang tercatat tiap jamnya selama 13 tahun memberikan hasil presentase yang bervariasi tiap bulannya. Seperti yang tercatat pada Tabel 2, komponen headwind mempunyai prosentase di atas 15%.

Ahyudanari dan Seno (2015) menyatakan bahwa “Evaluasi Kekuatan Perkerasan Sisi Udara (*Runway, Taxiway, Apron*) Bandara Juanda dengan Metode Perbandingan ACN-PCN (Studi Kasus Bandara Juanda, Surabaya) pada penelitian ini menggunakan metode ACN-PCN. Permasalahan yang terdapat dalam penelitian ini adalah mengevaluasi kekuatan perkerasan Bandar Udara Juanda dengan

menggunakan nilai ACN pesawat-pesawat yang beroperasi dengan nilai PCN dari perkerasan *runway, taxiway* dan *apron*. Sementara hasil penelitian ini diketahui bahwa pesawat dengan Gross Weight terbesar yaitu B744 hanya memiliki pergerakan 45 pesawat per tahun.

Rahman, dkk (2017) menyatakan bahwa “Perencanaan Ulang Layout Runway Bandar Udara Syamsudin Noor Banjarmasin Yang Didasarkan Pada Hasil Analisis Airports Gis Faa. Dilakukan dengan metode Airports GIS (Airports Geographical Information System) FAA adalah satuan alat perangkat lunak yang dikembangkan oleh FAA. Bandara Syamsudin Noor Banjarmasin memenuhi syarat FAA dengan cakupan (*coverage*) angin sebesar 99,87% menggunakan Airports GIS FAA. Pergerakan di Bandara Syamsudin Noor Banjarmasin mempunyai jumlah sedikit, yaitu 12042 hingga 15027 pesawat pertahun.

Kristiawan, dkk (2017) menyatakan bahwa “Evaluasi Kesesuaian Jadwal Pemeliharaan Runway dengan Pertumbuhan Pergerakan Pesawat di Bandar Udara Juanda. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode Analisis kekuatan perkerasan runway dengan menggunakan program bantu COMFAA. Tujuan penelitian Menentukan tebal perkerasan pada runway untuk melayani lalu lintas pesawat dalam beberapa tahun kedepan. hasil output COMFAA digunakan dengan nilai ACN pesawat jenis Boeing 777 yang telah beroperasi di bandar udara Juanda (Surabaya) menunjukkan bahwa nilai PCN belum cukup baik.

Elina Tri Wardany, dkk (2016) menyimpulkan bahwa “Analisa Pengembangan Geometri Landasan (Studi Kasus Bandara Husein Sastranegara). Dengan menggunakan aturan FAA dengan metode TPHP (Typical Peak Hour Passanger). Pada tahun 2013, 2014, 2015 total pergerakan pesawat komersil sebesar 20760 pergerakan, 21733 pergerakan dan 26742 pergerakan. Sedangkan untuk total pergerakan penumpang 2013, 2014, dan 2015 yaitu sebesar 2.652.914 penumpang, 2.848.267 penumpang, dan 3.240.450 penumpang. Pada tahun rencana yaitu tahun 2020, hasil perencanaan total

pergerakan pesawat adalah sebesar 50987 pergerakan, dan total pergerakan penumpang sebesar 5.419.627 penumpang.

Arief setiawan, dkk (2012) menyatakan bahwa “Tinjauan Pengembangan Landasan Pacu Bandar Udara Kasiguncu Kabupaten Poso” metode yang digunakan ada 2 metode yaitu FAA maksudnya menghitung panjang runway, terdapat asumsi desain dan beberapa faktor yang dianggap sangat berpengaruh. Metode ICAO panjang runway yang disesuaikan dengan kondisi lingkungan lokal dari suatu Bandar Udara. Dengan kedua metode tersebut maka dapat dihasilkan penelitian ini pengembangan pada tahap 2 menggunakan pesawat rencana Boeing 737-300 menurut FAA membutuhkan panjang landasan pacu sebesar 2.070 m dan lebar 30,48 dan ICAO membutuhkan panjang 2.704 m dan lebar 45,72 m. Dari kondisi pengembangan landasan pacu tahap 2 memiliki panjang 2.100 m dan lebar 45 m sehingga hal ini landasan pacu Bandar Udara Kasiguncu Poso hanya mampu melayani pesawat Boeing 737-300 jika direncanakan menggunakan metode FAA.

Perdana dan Putra (2017) menyatakan bahwa “Kejadian CROSSWIND Di Landasan Pacu Bandara Supadio Pontianak Tahun 2016. Adapun dalam penelitian ini terdapat 2 metode, Metode pertama adalah metode windrose untuk meninjau dominasi angin dan metode kedua menggunakan Perangkat lunak untuk mem-plot diagram windrose adalah WR Plot versi 7.1 yang merupakan perangkat lunak open source. Sementara hasil yang di dapat menunjukkan arah angin sepanjang tahun 2016 di Bandara Supadio Pontianak bervariasi. Kejadian angin signifikan dengan kecepatan lebih dari 7 Knot dominan berasal dari arah selatan, barat daya, dan barat.

Suharno dan Moetriono (2012) menyatakan bahwa “Analisis Perpanjangan Landas Pacu (Runway) Dan Komparasi Biaya Tebal Perkerasan”. Adapun beberapa metode yang dilakukan dalam penelitian tersebut dibutuhkan metode CBR, FAA dan LCN untuk mengetahui tebal perkerasan perpanjangan runway. Panjang runway pesawat Air Bus A219

setelah dikoreksi terhadap elevasi, suhu, dan slope berdasarkan Aeroplane Reference Field Length (ARFL) adalah 2528 m dan Estimasi biaya perpanjangan runway dari hasil perhitungan perkerasan lentur dengan metode CBR, FAA dan LCN diperoleh biaya terendah memakai metode perkerasan lentur metode FAA yaitu Rp. 4.212.004.400 rupiah.

Waani, dkk (2013) menyatakan bahwa “Perencanaan Pengembangan Bandar Udara (Studi Kasus: Bandar Udara Sepinggian Balikpapan) dengan metode penelitian FAA (Federal Aviation Administration) tujuan penelitian ini melakukan pengembangan lapangan terbang berada di Kota Balikpapan yaitu Bandar Udara Sepinggian, dengan tipe pesawat jenis Boeing 747-400 dan didapatkan hasil penelitian ini adalah Panjang landas pacu yang dibutuhkan untuk pesawat rencana Boeing 747-400 adalah 3.949 meter. Lebar landas pacu yang dibutuhkan adalah 45 meter. Lebar landasan pacu dan ditambah dengan bahu landasan adalah 60 meter. Jarak threshold sampai titik awal exit taxiway adalah 2.194,5 meter.

Amtiran, dkk (2012) menyatakan bahwa “Kajian Perbaikan Patahan Pada Runway Di Bandar Udara El Tari Kupang” Metode yang digunakan adalah FAA (Federal Aviation Administration) pada dasarnya menggunakan statistik perbandingan situasi lokal dari tanah, sistem drainase dengan cara pembebanan berbagai tingkah laku beban. Hasil penelitian runway Bandar Udara El Tari Kupang maka sistem drainase yang kurang bagus yang mana kemiringan runway hanya 1,60 % – 1,80 % tidak memenuhi syarat dengan standar kemiringan yang telah ditentukan menurut FAA yaitu 2,5 % - 5,0 % dan tidak tersedianya pipa-pipa untuk drainase permukaan bawah menjadi faktor penyebab yang lebih dominan terjadi pada patahan perkerasan runway.

Agustini (2016) menyimpulkan bahwa “Perencanaan Pengembangan Runway dan Taxiway Bandar Udara Juwata – Tarakan” metode yang digunakan adalah FAA (Federal Aviation Administration) hasil penelitian ini kondisi eksisting dengan koreksi ARFL terhadap pesawat terpanjang yang beroperasi di Bandara

Juwata- Tarakan memiliki landasan 2.250 meter dengan Hasil perhitungan untuk pengembangan panjang landasan pacu (runway) yang dibutuhkan untuk tipe pesawat rencana Air bus-330 adalah sepanjang 3.383 meter, dan touchdown ke taxiway adalah 1.394 meter.

2. Klasifikasi Bandar Udara

Definisi bandar udara menurut PT (Persero) Angkasa Pura I adalah lapangan udara, termasuk segala bangunan dan peralatan yang merupakan kelengkapan minimal untuk menjamin tersedianya fasilitas bagi angkutan udara untuk masyarakat. Pada masa awal penerbangan, bandara hanyalah sebuah tanah lapang berumput yang bisa didarati pesawat dari arah mana saja tergantung arah angin.

Berdasarkan kegiatan perancangan, bandar udara diklasifikasikan berdasarkan pesawat yang dapat melayani. Karakteristik dimensi dan performa pesawat kritis menentukan Airport Reference Code. Airport Reference Code merupakan sistem kode yang digunakan terkait dengan kriteria desain dan karakteristik fisik dari pesawat dalam pengoperasian bandar udara (Sartono, dkk., 2016). Klasifikasi yang digunakan berdasarkan ICAO dan FAA.

Kapasitas pelayanan merupakan kemampuan bandar udara untuk melayani jenis pesawat udara terbesar dan jumlah penumpang/barang yang meliputi:

1. *Code number* (kode angka), yaitu perhitungan panjang *runway* (termasuk *stopway* dan *clearway* bila ada) berdasarkan referensi pesawat *Aeroplane Reference Field Length* (ARFL).
2. *Code letter* (kode huruf), yaitu perhitungan sesuai *wingspan* (lebar sayap) dan *outer main gear wheel span* (lebar/jarak roda terluar pesawat).

(ARFL) *Aeroplane Reference Field Length* merupakan perkiraan panjang runway yang dibutuhkan untuk take off sebuah pesawat pada kondisi maximum *take off weight* (MTOW)/ berat maksimum pada saat take off, pada muka air laut, temperatur 15° C dan kelandaian 0 persen.

FAA (2010) menggunakan dua penanda *Airport Reference Code* yang meliputi sebagai berikut :

1. Kategori berdasarkan *aircraft approach category* yang ditunjukkan pada Tabel 2.3., yaitu kecepatan pesawat pada saat *landing*, yang didefinisikan sebagai 1,3 x *stall speed* (kehilangan daya angkat) pada konfigurasi pendaratan.
2. Nomor grup yang memperhitungkan *tail height* (tinggi ekor) dan *wingspan* (lebar sayap) pesawat yang ditunjukkan pada Tabel 2.4.

Tabel 1 Aircraft Approach Category (FAA, 2014)

Kategori	Approach Speed (knot ^b)
A	<91
B	91 – 120
C	121 – 140
D	140 – 166
E	>166

Tabel 2 Airplane Design Group (FAA, 2014)

Nomor Grup	Tail Height	Wingspan
I	< 6 m	< 15 m
II	6 m - < 9 m	15 m - < 24 m
III	9 m - < 13,5 m	24 m - < 36 m
IV	13,5 m - < 18,5 m	36 m - < 52 m
V	18,5 m - < 20 m	52 m - < 65 m
VI	20 m - < 24,5 m	65 m - < 80 m

3. Landas Pacu (*Runway*)

Runway komponen pokok dalam bandar udara yang digunakan untuk *landing* dan *takeoff*. Elemen – elemen landasan pacu antara lain:

- a. Perkerasan struktur untuk tumpuan pesawat udara.

- b. Bahu landasan pacu berbatasan dengan perkerasan struktur, guna sebagai penahan erosi yang mengakibatkan air dari semburan mesin jet, serta melayani perawatan landasan.
- c. Keamanan landas pacu (*runway safety area*) yang terbagi dari struktur perkerasan, landasan bahu, dan area bebas halangan.
- d. *Blast pad*, area yang direncanakan untuk mencegah erosi pada permukaan yang terbatas dengan ujung landasan.

Kelengkapan data yang merupakan penilaian meliputi *runway designation / number* yang merupakan nomor yang menunjukkan penomoran landas pacu dan arah kemiringan landasan pacu tersebut. Data ini merupakan data yang ditetapkan sejak awal perencanaan dan pembangunan Bandara.

Dalam merencanakan landas pacu (*runway*) dapat diatur secara ketat mengenai panjang, lebar, orientasi (arah), konfigurasi, kemiringan / kelandaian, dan tebal perkerasan *runway*. *Runway* dapat difasilitasi oleh sistem marka (*marking*), sistem pencahayaan (*lighting*), dan rambu-rambu (*signs*) untuk mengidentifikasi *runway* dan memberikan panduan arah kepada pilot saat pesawat lepas landas, dan ancang-ancang mendarat. Elemen dasar *runway* meliputi perkerasan, bahu *runway*, *runway strip*, *blast pad* (buangan semburan mesin), *runway and safety area* (RESA), *stopway* dan *clearway*. Fasilitas ini mempunyai beberapa bagian yang masing-masing mempunyai persyaratan tersendiri (Sartono, dkk, 2016).

4. Perencanaan Landasan Pacu

landasan pacu pada bandar udara harus direncanakan sebaik mungkin dengan standar yang berlaku dan mempertimbangkan beberapa faktor yang mempengaruhi perencanaan. Faktor – faktor yang dimaksud adalah sebagai berikut:

1. Analisis angin

Pada standar ICAO analisis angin adalah hal yang dasar dalam perencanaan landasan pacu. Bagaimana kondisi angin tersebut dapat

dari pengukuran di lapangan terhadap arah angin dominan di suatu lokasi bandar udara. Landasan pacu harus dapat mungkin searah dengan arah angin yang paling dominan. Dalam standar ICAO disebutkan setidaknya landasan pacu harus diorientasikan pada arah angin yang tidak lebih kecil dari 95%, dengan komponen angin 37 km/jam atau 20 knot pada landasan pacu dengan panjang lebih besar dari 1500 meter. Sedangkan untuk landasan pacu dengan panjang 1200 hingga 1500 meter kecepatan komponen angin yang disyaratkan adalah 24 km/jam atau 13 knot, dan untuk landasan pacu sepanjang kurang dari 1200 meter disyaratkan kecepatan angin sebesar 19 km/jam atau setara dengan 10 knot. Setelah didapatkannya data angin di lapangan, maka data tersebut diplotkan pada mawar angin atau *wind rose* guna mengetahui arah landasan pacu yang sesuai dan melakukan penomoran pada landasan pacu.

2. Pesawat Terbang Rencana

Pesawat terbang rencana adalah sebuah pesawat paling besar yang beroperasi pada bandar udara terkait, yang mana jenis pesawat terbang rencana memiliki *Aerodrome References Code* yang sudah ada standar yang memiliki karakteristik dan spesifikasi masing – masing pesawat terbang rencana. Karakteristik dan spesifikasi pesawat terbang rencana sangat pengaruh pada perencanaan geometrik landasan pacu, seperti dimensi panjang dan lebar dari landasan pacu.

3. *Aerodrome References Code*

Aerodrome References Code adalah sistem kode jenis pesawat yang digunakan oleh metode ICAO untuk mempermudah dalam membaca dan dipahami spesifikasi pesawat. Dimana dalam pemberian kode setiap jenis pesawat memiliki satu kode angka dan satu kode huruf sesuai dengan spesifikasi yang dimiliki oleh masing – masing tipe jenis pesawat, seperti ARFL (*Aeroplane Reference Field Length*) yang merupakan panjang yang dibutuhkan pesawat untuk melakukan *landing* dan *take-off*. Setiap kode baik kode huruf ataupun angka dalam *Aerodrome References Code* memiliki pengaruh

yang cukup banyak dalam desain geometrik landasan pacu, diantaranya adalah pada perencanaan panjang, lebar dan kemiringan landasan pacu.

4. Lalu lintas penerbangan

Lalu lintas penerbangan pada suatu bandara mempengaruhi jumlah landasan pacu pada suatu bandara. *Airport Planning Manual Part I* yang telah dikeluarkan oleh ICAO bahwa jika lalu lintas pada suatu bandar udara meningkat dan melebihi kapasitas landasan pacu eksisting, maka diperlukan bertambahnya landasan pacu untuk melayani seluruh pesawat yang beroperasi pada bandar udara.

5. Lingkungan

Kondisi lingkungan bandara memiliki pengaruh terhadap perencanaan panjang landasan pacu. kondisi lingkungan yang dimaksud adalah suhu dan pada ketinggian di atas muka air. Kedua tersebut erat kaitannya dengan koreksi panjang landasan pacu tersebut.

Perhitungan landas pacu berdasarkan metode ICAO

Panjang *runway* dihitung dengan perhitungan ICAO, ketika tidak tersedia manual karakteristik performa pesawat rencana. Panjang *runway* didapatkan dengan memperhitungkan factor koreksi umum, yaitu sebagai berikut:

1. Panjang runway dasar

Di tentukan berdasarkan asumsi kondisi di bandar udara, yaitu sebagai berikut:

- a. Ketinggian bandara berada pada ketinggian muka air laut
- b. Temperatur pada bandar udara adalah temperatur standar 15 C (59 F)
- c. *Runway* rata-rata tidak mempunyai kemiringan ke arah longitudinal
- d. Tidak ada angin yang berembus di *runway*
- e. Pesawat yang muatan kapasitas penuh
- f. Tidak ada angin yang berembus ke tempat tujuannya
- g. Temperatur jelajah pesawat adalah temperatur standar

2. Panjang runway yang disyaratkan

Panjang *runway* yang disyaratkan dapat ditentukan dengan menggunakan *basic runway length* (panjang *runway* dasar) dan mengalikan dengan angka koreksi untuk setiap perubahan elevasi, temperatur, dan *runway gradient* (kelandaian *runway*) di lokasi *runway* dibangun.

Koreksi Elevasi

Saat elevasi *runway* meningkat, maka kerapatan udara menurun. Hal ini mengurangi gaya angkat pada sayap pesawat dan pesawat butuh kecepatan di permukaan (*ground speed*) yang lebih besar sebelum dapat naik ke udara. Untuk memfasilitasi peningkatan elevasi tersebut. Koreksi elevasi dibuat dengan kenaikan 7 persen setiap 300 m (1.000 feet) di atas muka air laut.

$$F_e = 1 + 0,07 \times \frac{h}{300} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan : F_e = koreksi untuk elevasi

H = elevasi bandar udara (m)

Koreksi Temperature

Kenaikan temperaur bandar udara (*airport reference temperature*) menyebabkan pengaruh yang sama seperti kenaikan dalam elevasi. Koreksi akibat temperature adalah kenaikan 1 persen setiap 1 C temperature referensi bandar udara melebihi temperature atmosfer (15 C) untuk suatu elevasi. 1.000 m kenaikan elevasi bandar udara di atas muka air laut. Temperature berkurang 5,5 C hingga rumusan untuk koreksi unuk temperature menjadi:

$$F_t = 1 = 0,01 \times [(T_t - (15 - 0.0065 \times h))] \dots \dots (2.2)$$

Dengan : F_t = koreksi untuk temperature

T_t = temperatur bandara/aerodrome (C)

h = elevasi bandara udara (m)

Koreksi kelandaian (gradient)

Effective gradient (kelandaian efektif) perbedaan elevasi maksimum antara titik tertinggi dan terendah di garis tengah *runway* dibagi dengan panjang total *runway*. Pesawat membutuhkan energi yang lebih ketika *take off* pada *runway* yang lebih curam sehingga semakin panjang *runway* yang diperlukan untuk mencapai kecepatan permukaan yang diinginkan. *Runway* harus dikoreksi 10 persen untuk setiap kelandaian sebesar 1 persen dari *effective gradient*. Rumus koreksi kelandaian (*gradient*) menjadi:

$$F_g = 1 + 0,1 \times G \dots \dots \dots (2.3)$$

Dengan : F_g = koreksi untuk kelandaian (*gradient*)

G = *gradient* efektif *runway* (%)

Dengan memperhatikan koreksi koreksi di atas, panjang *runway* aktual atau panjang *runway* rancangan dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$L_a = L_b \times F_e \times F_t \times F_g \dots \dots \dots (2.4)$$

Dengan : L_a = panjang aktual *runway* (m)

L_b = panjang *basic runway* (m)

F_e = koreksi untuk elevasi

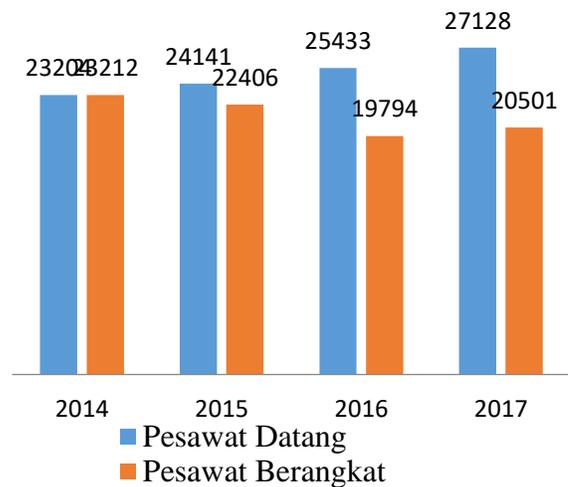
F_t = koreksi untuk temperatur

F_g = koreksi untuk kelandaian (*gradient*)

Koreksi koreksi di atas adalah cara mendekati sumber terbaik untuk informasi mengenai berupa panjang *runway* adalah dari manual operasi penerbangan (*flight operations manuals*) pada pesawat yang digunakan. Dalam merencanakan bandar udara, *runway* harus cukup panjang untuk mengakomodasi pesawat yang membutuhkan panjang *runway* yang paling besar.

5. Hasil dan Analisis Data

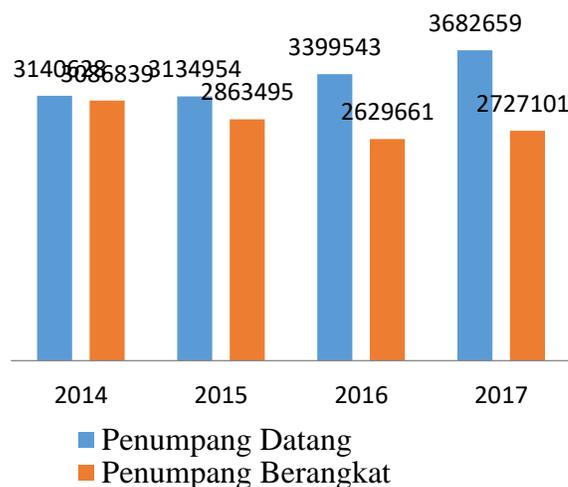
Perkembangan jumlah pesawat



Gambar 1 Jumlah Pesawat yang beroperasi di Bandar Udara Adisutjipto Yogyakarta (Sumber : Angkasa Pura 2017)

Berdasarkan data jumlah pesawat take off dan landing, diketahui bahwa data pesawat datang dari tahun 2014 sampai dengan 2017 mengalami kenaikan sebesar 16,9%. Kemudian untuk pesawat berangkat mengalami kondisi fluktuatif yang disebabkan oleh jumlah permintaan.

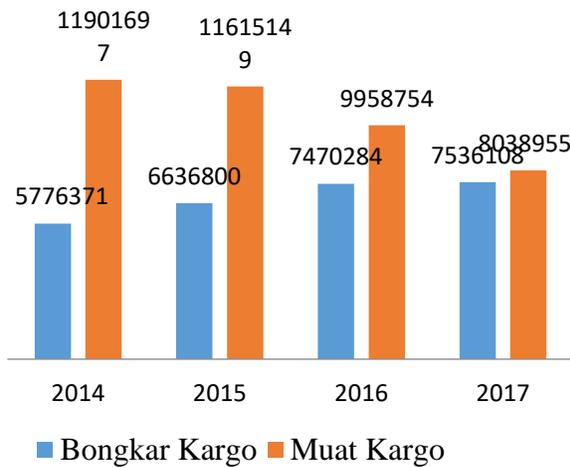
Perkembangan jumlah penumpang



Gambar 2 Jumlah Penumpang Bandar Udara Adisutjipto Yogyakarta (Sumber : Angkasa Pura 2017)

Berdasarkan data diagram di atas diketahui bahwa jumlah penumpang datang dari tahun 2014 sampai dengan tahun 2017 mengalami peningkatan sebesar 17,3%. sedangkan jumlah penumpang yang berangkat dari tahun 2014 sampai dengan 2016 mengalami penurunan sebesar 14,8%. kemudian dari tahun 2016 ke 2017 meningkat 3,7%. Kenaikan jumlah penumpang yang datang dapat terjadi karena Yogyakarta merupakan kota pelajar dan wisata sehingga penumpang yang datang ke jogja adalah pelajar dan wisatawan yang ingin melanjutkan pendidikan maupun berlibur di jogja baik untuk menetap dalam waktu yang lama.

Pergerakan jumlah kargo



Gambar 3 perkembangan kargo di Bandar Udara Adisutjipto.

(sumber : Angkasa Pura 2017)

Berdasarkan data di atas dapat diketahui bahwa pergerakan bongkar kargo dari tahun 2014 sampai dengan tahun 2017 mengalami kenaikan sebesar 30,5%, sedangkan pergerakan muat kargo mengalami penurunan 10,2%. hal ini menunjukkan bahwa banyaknya barang yang masuk ke wilayah Yogyakarta.

Perhitungan Aeroplane Reference Field Length (ARFL)

Untuk dapat mengetahui pesawat yang akan mendarat dengan kemampuan landasan pacu saat ini, harus meng-konversikan panjang landas pacu di Bandar Udara Adisutjipto Yogyakarta dengan cara berikut:

$$ARFL = \frac{\text{panjang landasan}}{F_e \times F_t \times F_g}$$

Kebutuhan panjang (*runway*) landas pacu yang sudah diketahui bahwa terikat oleh faktor-faktor lokal atau lingkungan bandara itu sendiri.

Diketahui:

(h) elevasi Bandar udara = 106,7 meter

(T_r) temperatur bandara = 33°C

(G) Gradient efektif landas pacu = 1,5%

1. Koreksi untuk elevasi

$$F_e = 1 + 0,07 \times \frac{h}{300}$$

$$F_e = 1 + 0,07 \times \frac{106,7}{300} = 1.025$$

2. Koreksi untuk temperatur

$$F_t = 1 + 0,01 (T_r - (15 - 0,0065h))$$

$$F_t = 1 + 0,01 (T_r - (15 - 0,0065 \times 106,7)) = 1.187$$

3. Koreksi untuk kelandaian

$$F_g = 1 + 0,1 \times G$$

$$F_g = 1 + 0,1 \times 1,5\% = 1.015$$

4. Aeroplane Reference Field Length (ARFL)

$$ARFL = \frac{\text{panjang landasan}}{F_e \times F_t \times F_g}$$

$$ARFL = \frac{2200}{1.025 \times 1.187 \times 1.026} = 1781 \text{ meter}$$

Data Pesawat	B737-900ER
Panjang seluruhnya	40.67
Tinggi (hingga ekor horizontal)	12.55
Diameter badan	
Panjang sayap	35.79
Roda dasar	17.17
Jalur roda	5.72
Lepas landas pada (MTOW)	2.240
Berat lepas landas maksimal	74.389
Penumpang	177-215
Berat kosong	44.677

Berdasarkan hasil perhitungan diatas dapat diketahui bahwa *Aeroplane Reference Field Length* (ARFL) Bandar Udara Adisutjipto adalah 1781 meter.

Perhitungan panjang landas pacu dengan pesawat rencana

Panjang (*runway*) landas pacu Bandar Udara Adisutjipto untuk pesawat rencana *Boeing B737-900ER* dapat dihitung dengan cara sebagai berikut.

$$L_a = L_b \times F_e \times F_t \times F_g$$

Diketahui data-data pesawat rencana yang dianalisis, karena dibutuhkan *Aeroplane Reference Field Length* (ARFL) pesawat rencana, yang sudah ditetapkan oleh pabrik pada kondisi *maximum take off weight* (MTOW) berat maksimum pada saat *take off*. Dapat dilihat pada tabel 5.4 untuk data pesawat rencana.

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui *Aeroplane Reference Field Length* (ARFL) pesawat *Boeing B737-900ER*. Perhitungan panjang landas pacu Bandar Udara Adisutjipto dengan jenis pesawat

Boeing 737-900ER adalah sebagai berikut.

(L_b) *Aeroplane Reference Field Length* (ARFL) *Airbus A320-200* = 2058

1. *Boeing 737-900ER*
Diketahui :

(L_b) *Aeroplane Reference Field Length* (ARFL) *Boeing 737-900ER* = 2240 meter

(F_e) Faktor elevasi bandara = 1.025

(F_t) Faktor temperatur bandara = 1.187

(F_g) Faktor kelandaian landas pacu = 1.015

$$L_a = L_b \times F_e \times F_t \times F_g$$

$$L_a = 2240 \times 1.025 \times 1.187 \times 1.015 = 2766 \text{ meter}$$

Panjang runway yang dibutuhkan untuk pesawat jenis *Boeing 737-900ER* di Bandar Udara Adisutjipto adalah 2766 meter supaya pesawat *take off* dan *landing* dengan aman.

Tabel 4.2 *Aeroplane Reference Field Length* (ARFL) Bandar Udara Adisutjipto

runway	Eksisting runway length	Redesain
panjang runway 2200 meter	2200 m	2766 m
ARFL	1781 m	2240 m

Dari Tabel 4.2 diatas dapat terlihat jelas bahwa kebutuhan panjang *runway* Bandara Adisutjipto Yogyakarta untuk sebuah jenis pesawat Boeing 737-900ER dengan *maximum take off weight* (MTOW) yang dibutuhkan adalah 2766 meter. Karena panjang landasan pacu eksisting di Bandar Udara Adisutjipto Yogyakarta hanya 2200 meter, sehingga dari sisi kenyamanan merasa kurang dan memerlukan penambahan panjang landasan pacu sepanjang 566 meter, untuk menunjang keselamatan pesawat ketika *take off* dan *landing*. maka diperlukan evaluasi untuk pesawat rencana jenis B737-900ER yang akan mendarat. Diharapkan agar Bandar Udara Adisutjipto dapat memperpanjang landasan pacu agar jenis pesawat yang lebih besar dapat mendarat dengan aman dan terjamin.

7. Kesimpulan

Masa waktu kurun 4 tahun dari tahun 2014 sampai 2017 data yang diteliti dari perkembangan jumlah pesawat yang take off dan landing, penumpang yang datang dan berangkat, serta pergerakan kargo dan semua kegiatan yang beraktifitas di Bandar Udara Adisutjipto Yogyakarta mengalami peningkatan sebesar 16,9% dari tahun 2014 sampai 2017. Diketahui bahwa pesawat mengalami kondisi fluktuatif yang disebabkan jumlah permintaan. Begitu juga dengan pergerakan penumpang pada tahun 2014 sampai dengan tahun 2017 mengalami peningkatan sebesar 17,3% dan jumlah penumpang tahun 2014 sampai 2016 mengalami penurunan sebanyak 14,8% dan pada tahun 2016 sampai 2017 meningkat 3,7%. Dan pergerakan kargo pada tahun 2014 sampai

dengan tahun 2017 mengalami kenaikan 30,5% dan pergerakan muat kargo menurun hingga 10,2%. Inilah faktor-faktor bandara (*runway*) landas pacu dengan harapan kemajuan bandara.

Panjang (*runway*) di Bandar Udara Adisutjipto Yogyakarta yaitu panjang 2200 m dan lebar 45 m dengan konversi kondisi eksisting bandara ke *Aeroplane Civil Aviation Organization* (ARFL) yaitu 1781 m. Berdasarkan analisis pesawat rencana B737-900ER, dapat dilayani oleh Bandar Udara Adisutjipto Yogyakarta dengan panjang yang dibutuhkan 2766 m, agar pesawat jenis B 737-900ER dapat take off dan landing dengan aman, Bandar Udara Adisutjipto Yogyakarta memiliki panjang landasan pacu 2200 m tetap bisa untuk melakukan pendaratan untuk jenis pesawat B737-900ER tersebut.

6. Daftar Pustaka

- Agustini, E.D., 2016, *Perencanaan Pengembangan Runway Dan Taxiway Bandar Udara Juwata Tarakan*, Jurnal Perhubungan Udara, Vol 42, 203-208.
- Ahyudanari, E. dan Seno, R.H.T., 2015, *Evaluasi Kekuatan Perkerasan Sisi Udara (Runway, Taxiway, Apron) Bandara Juanda dengan Metode Perbandingan ACN-PCN*, Jurnal Teknik ITS, Vol 4, 10-15.
- Amtiran, J.Y., Bolla, M.E. dan Cornelis, R., 2012, *Kajian Perbaikan Patahan Pada Runway Di Bandar Udara El Tari Kupang*, Jurnal Teknik Sipil Vol 2, 1-10.
- Fadholi, A., 2013, *Analisis Komponen Angin Landas Pacu (Runway) Bandara Depati Amir Pangkal Pinang*, Statistika, Vol 13, 45-53.
- Kristiawan, F., Ahyudanari, E. dan Istiar., 2017, *Evaluasi Kesesuaian Jadwal Pemeliharaan Runway Dengan Pertumbuhan Pergerakan Pesawat di Bandar Udara Juanda*, Jurnal Teknik ITS, Vol 6, 55-59.
- Perdana, Y.H. dan Putra., I.D.G.A., 2017, *Kejadian Crosswind Di Landasan Pacu Bandara Supadio Pontianak Tahun 2016*,

Seminar Nasional IPTEK Penerbangan dan Antariksa, 390-394.

- Rahman, A.A., Ahyudanari, E. dan Istiar., 2017, *Perencanaan Ulang Layout Runway Bandar Udara Syamsudin Noor Banjarmasin Yang Didasarkan Pada Hasil Analisis Airport Gis Faa*, Jurnal Teknik ITS, Vol 6, 89-94.
- Setiawan, Arief., Adu, A.S. dan Barnabas., P.L., 2012, *Tinjauan Pengembangan Landasan Pacu Bandar Udara Kasiguncu Kabupaten Poso*, Jurnal Rekayasa dan Manajemen Transportasi, Vol 2, 115-127.
- Suharno. dan Moetriono., H., 2012, *Analisis Perpanjangan Landas Pacu (Runway) Dan Komparasi Biaya Tebal Perkerasan (Study Kasus pada Bandar Udara Abdulrachman Saleh Malang)*, Jurnal Teknik Sipil Untag Surabaya, Vol 5, 61-79.
- Waani, J.E., Rumayar, A.L.E. dan Manoppo, M.R.E., 2013, *Perencanaan Pengembangan Bandar Udara (Studi Kasus Bandar Udara Sepinggian Balikpapan)*, Jurnal Sipil Statik, Vol 1, 270-275.
- Wardany, E.T., Bethary, R.T. dan Pradana, M.F., 2016, *Analisa Pengembangan Geometri Landasan (Study Kasus Bandara Husein Sastranegara)*, Jurnal Fondasi, Vol 5, 57-68.