

ANALISIS MODEL PREDIKSI PENINGKATAN LALU LINTAS UDARA BANDAR UDARA HUSEIN SASTRANEGARA BANDUNG

Juang Akbardin, Christina Natalia Sitompul

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Pendidikan Indonesia

E-mail: akbardien@upi.edu, christinamikissnatalia@yahoo.com

ABSTRAK

Keberadaan Bandara Husein Sastranegara di kota Bandung, ibukota Provinsi Jawa Barat, menjadikan bandara ini cukup strategis karena didukung oleh intensitas kegiatan domestik sosial ekonomi yang tinggi. Bandara Husein Sastranegara merupakan prasarana pokok untuk menunjang berkembangnya kegiatan sosial ekonomi dan berbagai aktivitas di Jawa Barat.

Meningkatnya pergerakan penumpang dan barang diharapkan dapat menciptakan peningkatan ekonomi. Pertumbuhan lalu-lintas udara secara langsung berpengaruh menunjang laju pertumbuhan ekonomi seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan sarana transportasi yang cukup jauh dan sulit dijangkau bila menggunakan transportasi darat. Selain itu dari tahun ke tahun permintaan terhadap transportasi udara di Bandar Udara Husein Sastranegara Bandung terus meningkat.

Peningkatan lalu lintas udara, melakukan evaluasi terhadap peningkatan kebutuhan lalu lintas udara di Bandar Udara Husein Sastranegara Bandung saat ini dan dalam 10 tahun kedepan dalam melayani kebutuhan volume lalu lintas udara terutama pada saat jam puncak. Sebagai akibat dari peningkatan lalu lintas udara, pengembangan terhadap bandar udara seperti memperbesar kapasitas harus selalu ditingkatkan., ini dilakukan untuk menjaga kualitas pelayanan. Selain itu dari tahun ke tahun permintaan terhadap transportasi udara di Bandar Udara Husein Sastranegara Bandung terus meningkat.

Kata Kunci : Model prediksi, lalu lintas udara, bandar udara,

ABSTRACT

The existence of Husein Sastranegara Airport in the city of Bandung, the capital of West Java Province, makes this airport quite strategic because it is supported by the high intensity of domestic socio-economic activities. Husein Sastranegara Airport is the main infrastructure to support the development of socio-economic activities and various activities in West Java.

The increased movement of passengers and goods is expected to create an economic improvement. The growth of air traffic directly influences the rate of economic growth along with the increasing need for transportation facilities that are quite far and difficult to reach when using land transportation. In addition, from year to year the demand for air transportation at Bandung Husein Sastranegara Airport continues to increase.

Increasing air traffic, evaluating the increasing demand for air traffic at Bandung Husein Sastranegara Airport today and in the next 10 years in serving the needs of air traffic volume, especially during peak hours. As a result of the increase in air traffic, the development of airports such as expanding capacity must always be increased. In addition, from year to year the demand for air transportation at Bandung Husein Sastranegara Airport continues to increase.

Keywords: Prediction model, air traffic, airport,

PENDAHULUAN

Pada tahun 2007 penerbangan domestik dan internasional yang mendarat dan lepas landas di *runway* terjadi sebanyak 4.085 pesawat, dengan presentase pertumbuhan 33,4%, sedangkan pada tahun 2012 penerbangan domestik dan internasional terjadi dengan total 17.529 pesawat dengan presentase pertumbuhan 70,1%. Pergerakan Penumpang yang terjadi pada Bandara Husein Sastranegara juga menunjukkan peningkatan yang sangat signifikan. Pada tahun 2007 penerbangan domestik dan internasional

terjadi dengan total penumpang 360.283 penumpang, dengan presentase pertumbuhan 5,4%, sedangkan pada tahun 2012 penerbangan domestik dan internasional terjadi dengan total penumpang 1.872.985 penumpang, dengan presentase pertumbuhan 97,5%.

Pertumbuhan volume lalu lintas udara yang cukup tinggi menyebabkan sistem *runway* berperan penting dalam mendukung kelancaran kegiatan operasional bandara. Sistem *runway* yang tepat akan dapat mengatasi peningkatan volume lalu lintas

udara di bandar udara. Tujuan perlu dilakukan evaluasi mengenai kapasitas adalah untuk menentukan cara-cara yang efektif dan efisien dalam meningkatkan kapasitas di bandar udara dalam mengantisipasi lonjakan arus lalu lintas udara dan penumpang.

Penelitian ini akan menganalisa kondisi pergerakan pesawat terbang dan penumpang juga dimensi *runway*, lalu mengevaluasi dari segi karakteristik geometrik landasan pacu dalam melayani kebutuhan peningkatan layanan. Analisa tersebut berdasarkan pada prediksi pergerakan peningkatan penumpang dan volume lalu lintas udara

Tujuan Penelitian

Mengetahui model prediksi peningkatan *demand* dari segi kebutuhan pelayanan lalu lintas udara, dan penumpang dari dan ke luar Kota Bandung

Metode Regresi Linier

Metode regresi merupakan salah satu teknik analisis statistika yang digunakan untuk menggambarkan hubungan antara satu variabel respon dengan satu atau lebih variabel penjelas. Metode ini digunakan sebagai peramalan terhadap tingkat permintaan penumpang dan pesawat. Di dalam metode ini, ada data yang nantinya digunakan sebagai bahan untuk membentuk persamaan regresi. Di bawah ini adalah persamaan ekstrapolasi linier sederhana :

$$Y = a + bx$$

Dimana :

Y : nilai dari variable tidak bebas (*dependent variable*)

a : konstanta (*intercept*)

b : koefisien variabel X (*slope*)

x : variabel bebas (*independent variables*)

konstanta a dan b oleh rumus berikut :

$$b = \frac{n\sum XiYi - (\sum Xi)(\sum Yi)}{n\sum Xi^2 - \sum Yi^2}$$

$$a = Y - bx$$

Metode Regresi Linier Majemuk

$$Y = \beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \dots + \beta_nX_n$$

$$\sum x_1y = \sum X_1 Y - \frac{(\sum X_1)(\sum Y)}{n} \quad \sum x_1y^2 = \sum X_1^2 Y^2 - \frac{(\sum X_1)^2}{n}$$

$$\sum x_2y = \sum X_2 Y - \frac{(\sum X_2)(\sum Y)}{n} \quad \sum x_2y^2 = \sum X_2^2 Y^2 - \frac{(\sum X_2)^2}{n}$$

Dengan persamaan :

$$Y = \frac{\sum Y}{n} \quad x_1 = \frac{\sum X_1}{n} \quad x_2 = \frac{\sum X_2}{n}$$

Dimana :

$$b_0 = Y - b_1X_1 - b_2X_2$$

$$b_1 = \frac{(\sum X_2)^2(\sum X_1 Y)^2 - (\sum X_1 X_2)(X_2 Y)}{(\sum X_1)^2(\sum X_2)^2 - (\sum X_1 X_2)^2}$$

$$b_2 = \frac{(\sum X_1)^2(\sum X_2 Y)^2 - (\sum X_1 X_2)(X_1 Y)}{(\sum X_1)^2(\sum X_2)^2 - (\sum X_1 X_2)^2}$$

dimana :

Y = Variabel terikat

X₁, X₂,.....X_n = Variabel bebas

β₀, β₁, β₂,..... β_n = Parameter yang akan diramalkan berdasarkan data.

Metode Ekstrapolasi Eksponensial

Dipergunakan untuk keadaan dimana peubah (variabel) yang tergantung pada yang

lain, memperlihatkan suatu laju pertumbuhan yang konstan terhadap waktu. Hal ini dapat dihitung dengan rumus dasar :

$$Y = ab^{cx}$$

Koefisien Determinasi (R²)

Koefisien determinasi adalah bagian dari variasi total dalam variabel dependen yang dijelaskan oleh variansi dalam variabel independen. Koefisien determinasi atau

koefisien penentu disebut dengan *R-squared* dan dinotasikan dengan R². Koefisien determinasi R² diperoleh dari mengkuadratkan nilai r.

$$r = \frac{n\sum XiY - (\sum Xi)(\sum Yi)}{\sqrt{\{n\sum Xi^2 - (\sum Xi)^2\}\{n\sum Yi^2 - (\sum Yi)^2\}}}$$

Ukuran Akurasi Peramalan

Forecasting dilakukan pada umumnya akan berdasarkan pada data yang terdapat di masa lampau, yang dianalisis dengan menggunakan metode-metode tertentu. Metode yang digunakan untuk mengevaluasi metode peramalan pada Tugas Akhir ini yaitu Rata-rata Kuadrat Terkecil atau *Mean Squared*

Error (MSE). Metode ini mengkuadratkan masing-masing kesalahan dan sisa, kemudian dijumlahkan dan ditambahkan dengan jumlah observasi. Pendekatan ini mengatur kesalahan peramalan yang besar karena kesalahan-kesalahan itu dikuadratkan. Nilai MSE dihitung dengan menggunakan rumus dibawah ini.

$$MSE = \frac{\sum e_i^2}{n} = \frac{(X_i - F_i)^2}{n}$$

METODE PENELITIAN

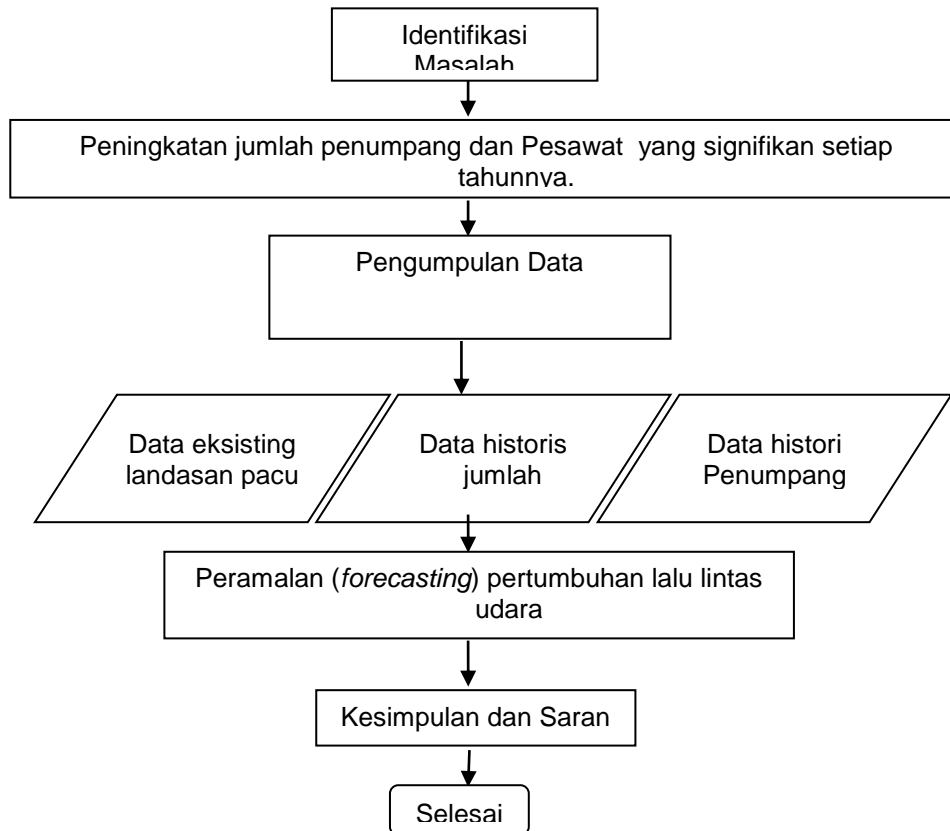
Data dikumpulkan untuk penelitian berupa data primer dan data sekunder. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari informasi yang telah diolah oleh pihak lain yang berbetuk dokumen. Beberapa data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini antara lain, Unit Pelaksana Teknik (UPT) PT. Angkasa Pura II (Persero) wilayah kerja Bandara Husein Sastranegara Bandung meliputi data Spesifikasi Wilayah Bandar Udara Internasional Husein Sastranegara, Dimensi Bandar Udara dan Informasi Terkait, Data Jumlah Penumpang, Data Pergerakan Pesawat, dan karakteristik/ spesifikasi pesawat terbang.

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini dengan menggunakan metode peramalan (*forecast*), analisis mencakup peramalan jumlah penumpang, dan jumlah pesawat. Data pergerakan penumpang dan pesawat terbang yang digunakan mulai tahun 2003-2012

dengan pergerakan pesawat diproyeksikan 10 tahun kedepan. Setelah dilakukan pengolahan data pada kondisi eksisting maka dilanjutkan dengan mengevaluasi pengaruh pertumbuhan lalu lintas udara terhadap kapasitas *runway* saat ini. Langkah perhitungan kapasitas *runway* adalah dengan menghitung waktu pelayanan rata-rata pesawat berdasarkan kecepatan mendarat di *runway (landing speed)* dan jarak pemisahan minimum. Perhitungan kapasitas meliputi konfigurasi operasional gabungan pesawat pada *peak hour*. Analisa menggunakan data real pesawat yang beroperasi di Bandara Husein Sastranegara. Jika kapasitas *runway* sudah tidak memenuhi pada umur rencana, dilanjutkan dengan tahap usaha peningkatan kapasitas *runway* yaitu dengan perencanaan *exit taxiway*.

Bagan Alir Penelitian

Bagan Alir digambarkan seperti di bawah ini.



Gambar 1. Metode Penelitian

HASIL DAN BAHASAN

Peramalan Pergerakan Pesawat
 Peramalan peningkatan lalu lintas menggunakan beberapa analisa regresi

berdasarkan pada jumlah pergerakan pesawat, Jumlah peningkatan pergerakan pesawat ini asebagai dasar perhitungan kapasitas landasan pacu.

Tabel 1. Pergerakan Pesawat Domestik

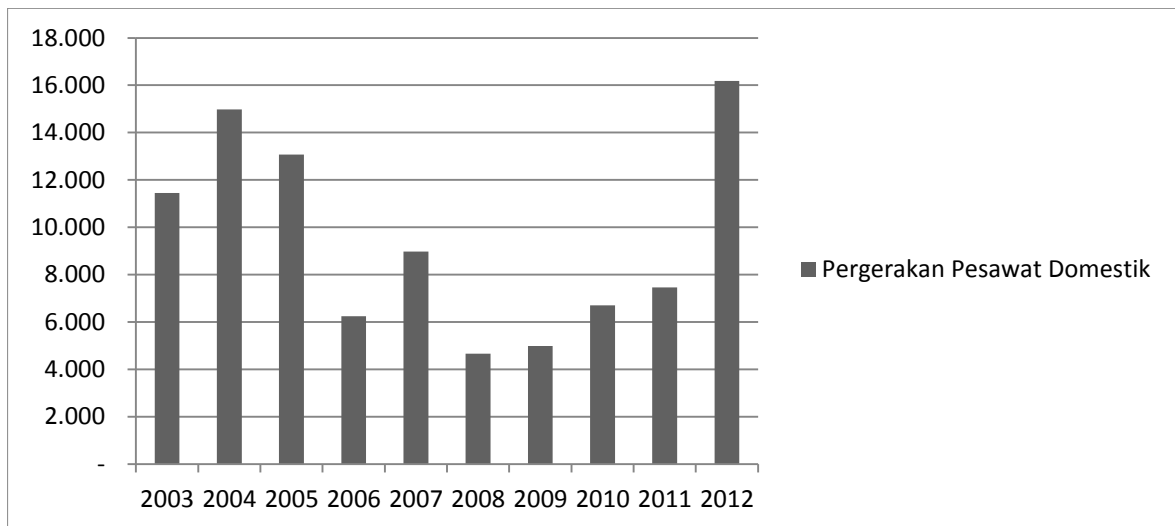
No.	Tahun	Domestik		Total
		Arr	Dept	
1	2003	5.715	5.736	11.451
2	2004	7.502	7.473	14.975
3	2005	6.558	6.518	13.076
4	2006	3.094	3.155	6.249
5	2007	4.500	4.476	8.976
6	2008	2.333	2.324	4.657
7	2009	2.508	2.481	4.989
8	2010	3.349	3.358	6.707
9	2011	3.734	3.733	7.467
10	2012	8.101	8.075	16.176

Sumber : PT. Angkasa Pura II – Bandara Husein Sastranegara

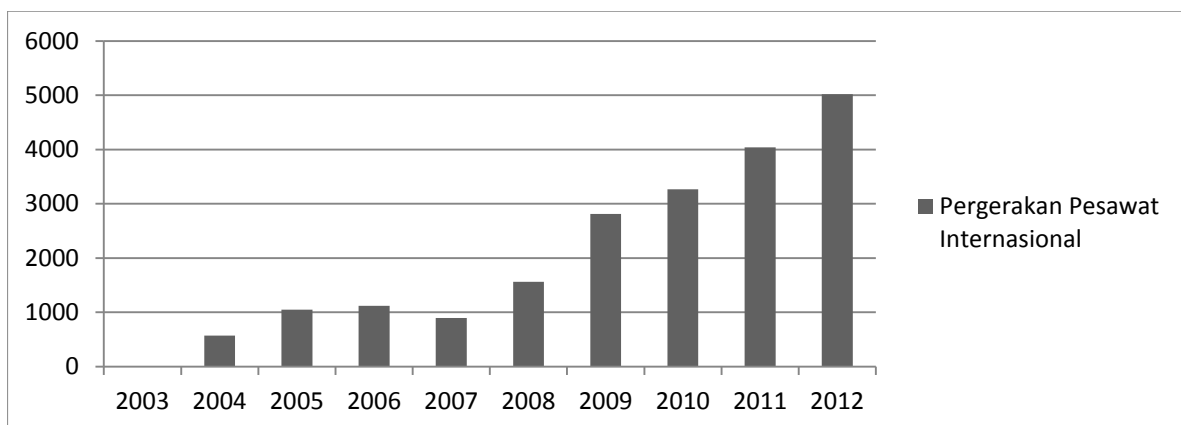
Tabel 2. Pergerakan Pesawat Internasional

No.	Tahun	International		Total
		Arr	Dept	
1	2003	4	4	8
2	2004	285	283	568
3	2005	523	524	1.047
4	2006	555	562	1.117
5	2007	444	450	894
6	2008	779	781	1.560
7	2009	1.406	1.405	2.811
8	2010	1.632	1.635	3.267
9	2011	2.001	2.040	4.041
10	2012	2.510	2.507	5.017

Sumber : PT. Angkasa Pura II – Bandara Husein Sastranegara

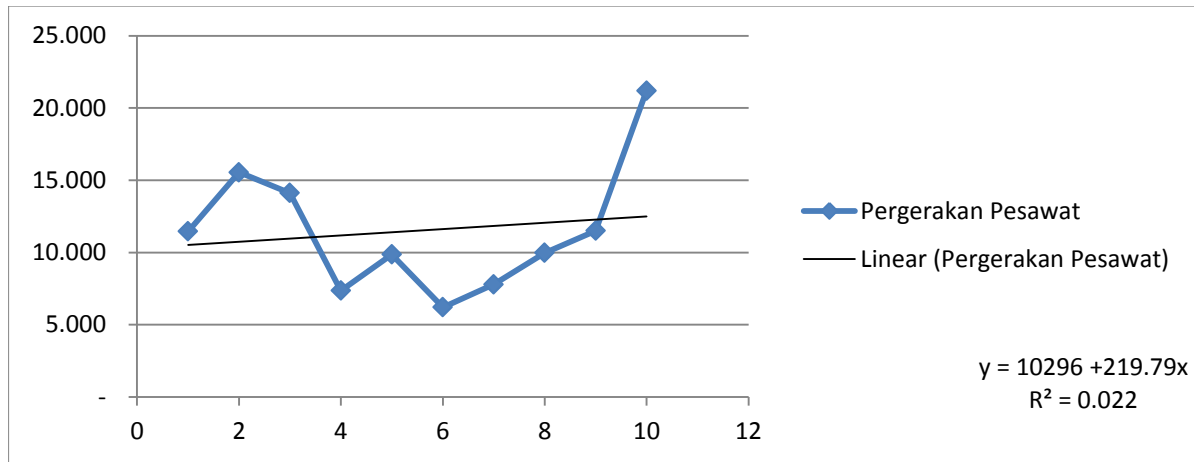


Gambar 1. Grafik Peningkatan Pergerakan Pesawat Domestik

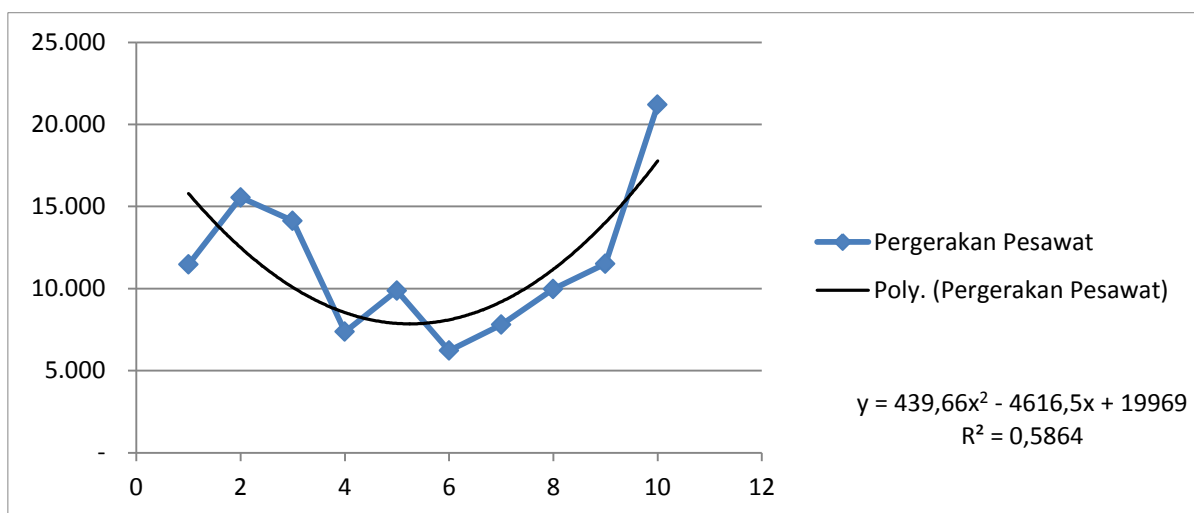


Gambar 2. Grafik Peningkatan Pergerakan Pesawat Internasional

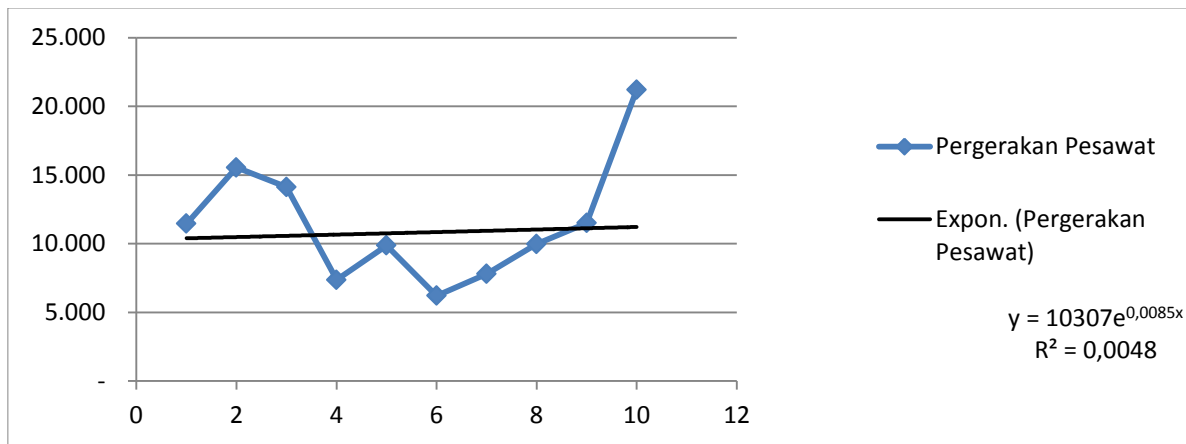
Beberapa metode yang digunakan dalam peramalan pergerakan pesawat ini antara lain analisa regresi linier, regresi polinomial, dan eksponensial. Dari ketiga tipe metode tersebut dicoba untuk meramalkan pergerakan pesawat untuk 10 tahun ke depan, dan dari setiap hasil regresi tersebut dibandingkan dengan data historis, lalu setiap metode dievaluasi dengan menggunakan pendekatan untuk mengatur kesalahan peramalan dan dipilih yang memiliki tingkat kesalahan *Mean Square Error* (MSE) terkecil. Hal ini dilakukan untuk mencari metode yang paling tepat dan memiliki kesalahan terkecil untuk dijadikan acuan peramalan.



Gambar 3. Grafik Peningkatan Pergerakan Pesawat Trend Linier



Gambar 4. Grafik Peningkatan Pergerakan Pesawat Trend Polinomial



Gambar 5. Grafik Peningkatan Pergerakan Pesawat Trend Eksponensial

Dari ketiga bentuk fungsi peramalan peningkatan penumpang didapatkan fungsi dalam tabel di bawah ini :

Tabel 3. Hasil Perhitungan Regresi dan MSE Pergerakan Pesawat

No	Tipe	Persamaan Regresi	R ²	MSE
1	Linier	$Y_x = 10.296 + 219.79x$	0.0220	17.687.201
2	Polinomial	$Y_x = 439.66x^2 - 4616.5x + 19969$	0.5864	7.480.779
3	Eksponensial	$Y_x = (10306.709) (1.01)^x$	0.0048	18.141.572

Penentuan Pergerakan Total Pesawat di Runway

Berdasarkan data jumlah total pergerakan pesawat pada tahun 2003-2012 untuk setiap

kedatangan (*arrival*) dan keberangkatan (*departure*) domestik ataupun internasional dilakukan peramalan untuk 10 tahun kedepan.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Regresi dan MSE Total Pergerakan Pesawat

No	Tipe	Persamaan Non Regresi	R ²	MSE
1	<i>Domestic Arrival</i>	$Y_x = 194.41x^2 - 2289.2x + 9845.4$	0.5503	1.784.050
2	<i>Domestic Departure</i>	$Y_x = 194.30x^2 - 2289.4x + 9844.2$	0.5573	1.734.838
3	<i>International Arrival</i>	$Y_x = 25.477x^2 - 19.65x + 141.1$	0.9697	18.573
3	<i>International Departure</i>	$Y_x = 25.485x^2 - 18.267x + 138.4$	0.9706	18.230

Dari persamaan di atas dapat dilakukan peramalan pertumbuhan jumlah pesawat sampai pada tahun rencana. Untuk total penerbangan domestik dan internasional, tidak dilakukan dengan analisa persamaan, tetapi

dengan menjumlahkan masing-masing total *arrival* dan *departure*. Hasil perhitungan pergerakan pesawat sampai pada tahun rencana dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Peramalan Total Pergerakan Pesawat di *Runway* sampai Tahun Rencana

No	Tahun Ke	Domestik			Internasional			Σ
		Arrival	Departure	Σ	Arrival	Departure	Σ	
1	2013	8.188	8.171	16.359	3.008	3.021	6.029	22.388
2	2014	10.370	10.351	20.721	3.574	3.589	7.163	27.884
3	2015	12.941	12.919	25.860	4.191	4.208	8.399	34.259
4	2016	15.901	15.875	31.776	4.859	4.878	9.737	41.514
5	2017	19.250	19.221	38.470	5.579	5.599	11.177	49.648
6	2018	22.987	22.955	45.942	6.349	6.370	12.719	58.661
7	2019	27.113	27.077	54.191	7.170	7.193	14.363	68.554
8	2020	31.629	31.588	63.217	8.042	8.067	16.109	79.326
9	2021	36.533	36.488	73.021	8.965	8.991	17.956	90.977
10	2022	41.825	41.776	83.602	9.939	9.967	19.906	103.508

Dari tabel 5 didapatkan jumlah total pergerakan pesawat di runway adalah 103.508 pergerakan.

KESIMPULAN

Peningkatan arus lalu lintas udara selama tahun rencana merupakan masalah yang harus diantisipasi karena secara signifikan menurunkan kapasitas landasan pacu (*runway*) yang tersedia dengan demikian dapat menimbulkan kepadatan arus lalu lintas udara (*tundaan*) yang akan menurunkan efektivitas pelayanan suatu bandar udara.

Akibat terjadinya peningkatan, pada tahun 2022 kapasitas *runway* eksisting Bandara Husein Sastranegara sebesar 22 operasi per jam sudah tidak dapat melayani kebutuhan pergerakan pesawat pada *peak hour* yang mencapai 39 operasi per jam.

Kapasitas pada jam *peak hour* di Bandar Udara Husein Sastranegara ditentukan berdasarkan perhitungan kepesatan mendarat pesawat (*landing speed / approach speed*). Bahwa runway melayani pesawat terbanyak pada pukul 10.01-11.00 dengan jumlah 9 operasi termasuk operasi tak terjadwal.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2005. *737 Airplane Characteristics for Airport Planning*, : Boeing Commercial Airplanes.
- Anonim, 2013. *B737-800 Aircraft Operations Manual (AOM) Fourth Edition* : Delta Virtual Airlines.
- Anonim, PP.No.71 Tahun 1996 *Tentang Kebandarudaraan*.
- Basuki, Heru. 1986. *Merancang Merencana Lapangan Terbang*, Bandung : Alumni.
- H,Azhar, J. Akbardin, 2014 *Studi Kapasitas Apron Bandar Udara H. As. Hanandjoeddin-Tanjungpandan*
- Horonjeff, Robert and Mc Kelvey, 1993. *Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara.Jilid I*. Jakarta : Erlangga
- Horonjeff, Robert and Mc Kelvey, 1993. *Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara.Jilid II*. Jakarta : Erlangga
- International Civil Aviation Organization, 1976. *Aerodrome Design Manual, Annex 14 to the Convention on International Civil Aviation*. Montreal. Canada.
- International Civil Aviation Organization, 1980. *Aerodrome Design Manual Part 1 : Runways*. 1980. Montreal. Canada.
- Muhadjir, N. 1996. *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Yogyakarta : Rake Sarasin.
- Munawar, A. 2005. *Dasar-Dasar Teknik Transportasi*. Yogyakarta : Beta Offset.
- Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara, Nomor : SKEP/77/VI/2005, tentang *Persyaratan Teknis Pengoperasian Direktorat Jenderal Perhubungan Udara*.
- Sudjana. 2005. *Metoda Statistika*. Bandung : Tarsito.