

## ANALISA PENGEMBANGAN GEOMETRI LANDASAN (STUDI KASUS BANDARA HUSEIN SASTRANEGARA)

Rindu Twidi Bethary<sup>1)</sup>, M. Fakhururiza Pradana<sup>2)</sup>, Elina Tri Wardany<sup>3)</sup>

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Jl. Jendral Sudirman Km. 3 Kota Cilegon Banten Indonesia

[elinnanana@yahoo.com](mailto:elinnanana@yahoo.com)

### INTISARI

Kota Bandung sebagai pusat perekonomian dan juga sebagai ibukota dari Provinsi Jawa Barat harus didampingi dengan infrastruktur yang memadai. Permintaan terhadap transportasi udara dari dan menuju Kota Bandung dan sekitarnya dari tahun ke tahun juga semakin meningkat. Oleh karena itu, Bandar Udara Husein Sastranegara yang ada di Kota Bandung diharapkan dapat melayani penerbangan pesawat jenis besar untuk menampung permintaan (*demand*) yang semakin meningkat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kebutuhan geometri *runway* dan *taxiway* Bandara Husein Sastranegara untuk kondisi 5 tahun kedepan dengan menggunakan metode FAA (*Federal Aviation Administration*) dan SKEP77 (Surat Keputusan Pemerintah tentang Persyaratan Teknis Pengoprasian Bandar Udara). Dengan langkah awal adalah menganalisis pergerakan pesawat dan penumpang saat ini dan 5 tahun kedepan untuk mendapatkan pesawat rencana. Selanjutnya, menghitung geometri landasan berdasarkan pesawat rencana dan membandingkan dengan kondisi eksisting.

Dari hasil analisis didapatkan, panjang *runway* yang dibutuhkan pesawat rencana *Boeing 787-900 Dreamliner* menurut aturan FAA adalah 3746 m dan menurut aturan SKEP77 adalah 3800 m sedangkan, *runway* eksisting hanya 2220 m. Untuk lebar *runway* menurut aturan FAA dan SKEP77 dapat diambil sebesar 45 m, lebarnya sama dengan kondisi eksisting. Panjang *taxiway* yang dibutuhkan adalah 276 m, sedangkan eksistingnya hanya 150 m dan 100 m. Untuk lebar *taxiway*, FAA dan SKEP77 menentukan sebesar 25 m dimana lebar *taxiway* eksisting mempunyai lebar 26 m dan 25 m. Kesimpulannya, panjang *runway* dan *taxiway* masih belum mampu melayani pesawat rencana tersebut.

**Kata Kunci :** Bandara Husein Sastranegara, FAA, Runway, SKEP77, Taxiway

### ABSTRACT

*Bandung City as a center of economy as well as the capital of West Java Province should be assisted by adequate infrastructure. The demand for air transportation from and to Bandung City each year also increased. Therefore, Husein Sastranegara Airport in Bandung City is expected to serve aircraft flights to accommodate the increased demand.*

*This research intend to find out about runway and taxiway geometry requirement at Husein Sastranegara Airport for next 5 years condition by using FAA (Federal Aviation Administration) and SKEP77 (Surat Keputusan Pemerintah tentang Persyaratan Teknis Pengoprasian Bandar Udara) methods. The first step of this research is analyze aircraft and passenger movements to obtain the planning aircraft at this time and the next 5 years. Next, calculate the geometry of the runway and taxiway based on planning aircraft and compare it with existing conditions.*

*Based upon the result of analysis, the runway length required for planning aircraft Boeing 787-900 Dreamliner according to FAA regulation is 3746 m and for SKEP77 regulation is 3800 m while, the existing runway length it just 2220 m. For the runway width, based on FAA and SKEP77 regulations is 45 m same width as the existing condition. The taxiway length is required 276 m, while the existing condition it just 150 m and 100 m. For the taxiway width, FAA and SKEP77 assign for 25 m meanwhile, the existing taxiway width is 26 m and 25 m. The conclusion is runway and taxiway length not able to serve that aircraft yet.*

**Key Words :** FAA, Husein Sastranegara Airport, Runway, SKEP77, Taxiway

**1. PENDAHULUAN**

Bandar udara adalah lapangan terbang yang dipergunakan untuk mendarat atau 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. Bandar udara merupakan area daratan atau udara yang secara teratur digunakan untuk mendarat dan lepas landas pesawat.

Kota Bandung sebagai pusat perekonomian dan juga sebagai ibukota dari Provinsi Jawa Barat harus didampingi dengan infrastruktur yang memadai. Bandung juga mempunyai Bandar Udara Internasional Husein Sastranegara yang melayani pesawat militer dan komersil. Untuk pesawat komersil bandar udara ini tidak hanya mempunyai rute untuk domestik tetapi juga mempunyai rute internasional.

Bandar Udara Internasional Husein Sastranegara mempunyai 1 landasan pacu tunggal, enam landasan hubung (A, B, C, D, E, F) dimana landasan hubung A dan B merupakan landasan hubung untuk pesawat militer, landasan hubung C, D untuk pesawat komersil dan landasan hubung E, F untuk pesawat kecil seperti pesawat Cessna dan sebagainya. Landasan pacu bandara ini hanya bisa dilandasi oleh pesawat Boeing 737-800/Airbus A320 atau pesawat dengan ukuran yang dibawah dari yang disebutkan sebelumnya. Permintaan terhadap transportasi udara dari dan menuju Bandung dan sekitarnya yang semakin meningkat.

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis jumlah pergerakan pesawat dan penumpang Bandara Internasional Husein Sastranegara Bandung saat ini dan 5 tahun kedepan, menentukan kebutuhan geometri landasan Bandara Internasional Husein Sastranegara Bandung untuk kondisi 5 tahun kedepan dengan menggunakan metode FAA (*Federal Aviation Administration*) dan SKEP (Surat Keputusan Pemerintah tentang Persyaratan Teknis Pengoprasian Bandar Udara) serta mengetahui kelayakan *runway* dan *taxiway* eksisting berdasarkan geometrinya.

Diharapkan bandara ini bisa menjadi bandara dengan kemampuan melayani penerbangan pesawat jenis besar untuk menampung permintaan (*demand*) yang ada

serta memperhatikan keamanan dan kenyamanan pengguna jasa penerbangan ini.

**2. TINJAUAN PUSTAKA**

**1. Prakiraan Pertumbuhan Lalu Lintas Udara**

Untuk memprakirakan pertumbuhan lalu lintas adalah dengan peramalan pertumbuhan pergerakan pesawat dan penumpang. Peramalan pertumbuhan pergerakan pesawat dan penumpang dapat dihitung menggunakan analisa regresi (proyeksi kecenderungan). Untuk memperkirakan jumlah pergerakan pesawat dan penumpang tahun rencana untuk kondisi *peak hour* adalah dengan langsung mengalikan R dengan peramalan jumlah pergerakan harian rata-rata pada bulan puncak tahun rencana. Untuk perhitungan peramalan pertumbuhan pergerakan penumpang setelah di analisis regresi dan diketahui jumlah pada jam puncaknya, selanjutnya dapat dihitung sesuai aturan FAA dengan metode *Typical Peak Hour Passenger* (TPHP) yang di tetapkan seperti pada:

**Tabel 1. Typical Peak Hour Passenger (TPHP)**

Total Annual Passenger	TPHP % Annual Passenger
≥ 20.000.000	0,03
10.000.000 – 19.999.999	0,035
1.000.000 – 9.999.999	0,04
500.000 – 999.999	0,05
100.000 – 499.999	0,065
≤ 100.000	0,12

Sumber : FAA 150/5070-6B

**2. Data Karakteristik Pesawat**

Menurut FAA (*Federal Aviation Administration*) dan SKEP77 penggolongan pesawat dibagi seperti tabel berikut:

**Tabel 2. Penggolongan Pesawat menurut FAA**

Category	Landing Speed	Group	Tail Height (ft)	Wingspan (ft)
A	less than 91 knots	I	< 20	< 49
B	91 – 120 knots	II	20 - <30	49 - <79
C	121 – 140 knots	III	30 - <45	79 - <118
D	141 – 165 knots	IV	45 - <60	118 - <171
E	More than 166 knots	V	60 - <66	171 - <214
		VI	66 - <80	214 - <262

Sumber : FAA AC 150/5300-13

**Tabel 3. Pengelompokan Bandar Udara dan Golongan Pesawat Berdasarkan Kode Referensi**

Kelompok Bandar Udara	Kode Angka	ARFL (Aeroplane reference field length)	Kode Huruf	Bentang Sayap
A (Untended)	1	≤ 800 m	A	≤ 15 m
B (AVIS)	2	800 m ≤ P ≤ 1200 m	B	15 m ≤ l ≤ 24 m
C (ADC)	3	1200 m ≤ P ≤ 1800 m	C	24 m ≤ l ≤ 36 m
	4	≥ 1800 m	D	36 m ≤ l ≤ 52 m
			E	52 m ≤ l ≤ 65 m
F	65 m ≤ l ≤ 80 m			

Sumber : SKEP/77/VI/2005

**3. Perencanaan Geometri Landasan Pacu**

Panjang landasan pacu menurut FAA dihitung dengan 2 kondisi yaitu kondisi *landing* dan *takeoff* lalu membandingkannya dan diambil yang terbesar sedangkan menurut SKEP dihitung berdasarkan ARFL pesawat dengan di koreksi oleh elevasi, temperature, dan kemiringan seperti berikut:

a. Koreksi Elevasi (Fe)  
ARFL bertambah 7% untuk setiap kenaikan 300 m dihitung dari ketinggian muka laut

$$Fe = 1 + 0,07 \left( \frac{h}{300} \right)$$

b. Koreksi Temperatur  
Untuk memperhitungkan panjang *runway* terhadap temperature sebesar 1% untuk setiap kenaikan 1°C. Sedangkan untuk setiap kenaikan 1000m dari permukaan air laut rata-rata temperature berkurang 6,5°C. Sebagai standarnya dipilih temperature terbesar 15°C diatas muka laut. Dari data, temperature tertinggi terjadi pada Bulan Agustus 2015 sebesar 25°C.

$$Ft = 1 + 0,01 (T - (15^0 - 0,0065 h))$$

c. Koreksi Kemiringan  
Faktor koreksi kemiringan sebesar 10% untuk setiap kemiringan 1%

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

Dari perhitungan koreksi diatas, maka ditentukan panjang *runway* terkoreksinya sebagai berikut:

$$ARFL \text{ terkoreksi} = ARFL_{rencana} \times Fe \times Ft \times Fs$$

Lebar suatu *runway* tidak boleh kurang dari yang telah ditentukan dengan menggunakan tabel berikut:

**Tabel 4. Lebar Runway menurut FAA**

Category	Airplane Design Group					
	I	II	III	IV	V	VI
A & B runways with not lower than 1200 m approach visibility minimum	18 m	23 m	30 m	45 m	-	-
A & B runways with lower than 1200 m approach visibility minimum	30 m	30 m	30 m	45 m	-	-
C & D	30 m	30 m	30 m*	45 m	45 m	60 m

Sumber : FAA AC 150/5300-13

**Tabel 5. Lebar Runway menurut SKEP77**

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

Sumber : SKEP/77/VI/2005

Bahu adalah area pembatas pada akhir tepi perkerasan landas pacu yang dipersiapkan menahan erosi hembusan jet dan menampung peralatan untuk pemeliharaan dalam keadaan darurat, serta untuk penyediaan daerah peralihan antara bagian perkerasan dan *runway strip*. Untuk aturannya dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 6. Bahu Landasan Pacu menurut FAA**

Category	Airplane Design Group					
	I	II	III	IV	V	VI
A & B runways with not lower than 1200 m approach visibility minimum	3 m	3 m	6 m	7,5 m	-	-
A & B runways with lower than 1200 m approach visibility minimum	3 m	3 m	6 m	7,5 m	-	-
C & D	3 m	3 m	6 m*	7,5 m	10,5 m	12 m

Sumber : FAA AC 150/5300-13

**Tabel 7. Bahu Landasan Pacu menurut SKEP77**

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

Sumber : SKEP/77/VI/2005

*Declared distances* adalah jarak operasional yang diberitahukan kepada pilot untuk tujuan *take-off*, *landing* atau pembatalan *take-off* yang aman. Jarak ini digunakan untuk menentukan apakah *runway* cukup untuk *take-off* atau *landing* seperti yang diusulkan atau untuk menentukan beban maksimum yang diijinkan untuk *landing* atau *take-off*. Perhitungan *declared distances* harus dihitung sesuai dengan hal berikut ini:

- a. *Take off run available* (TORA)  
Panjang *runway* yang dinyatakan tersedia dan sesuai untuk meluncur (*ground run*) bagi pesawat yang *take off*.  
 $TORA = \text{Panjang Runway (RW)}$
- b. *Take off distance available* (TODA)  
Pada umumnya ini adalah panjang keseluruhan *take off run* ditambah panjang *clearway* (CWY), jika tersedia.  
 $TODA = TORA + \text{Clearway}$
- c. *Accelerate stop distance available* (ASDA)  
Panjang *take off run* yang tersedia  
 $ASDA = TORA + \text{Stopway}$
- d. *Landing distance available* (LDA)  
Panjang *runway* yang dinyatakan tersedia dan sesuai untuk *ground run* bagi pesawat yang *landing* atau disebut juga jarak *landing* tersedia.  
 $LDA = TORA - \text{Panjang Threshold}$

Analisa angin sangat penting dalam merencanakan arah *runway*. Demi keamanan penerbangan terdapat batasan *crosswind* maksimum yang diperkenankan bertiup di landas pacu ketika pesawat hendak lepas landas atau mendarat. Maksimum *cross wind* yang diizinkan tergantung bukan saja pada ukuran pesawat, tetapi juga kepada konfigurasi sayap dan kondisi perkerasan landasan. FAA menetapkan besarnya batasan *crosswind* yang diizinkan berdasarkan kode acuan, sedangkan kode acuan ditetapkan berdasarkan jenis pesawat, lebar sayap pesawat dan kecepatan *approach*.

**Tabel 8. Batasan *crosswind* maksimum menurut FAA**

Kode Acuan Bandar Udara	Lebar Landas Pacu	<i>Crosswind</i> yang diizinkan	
	Feet	Knots	Km/jam
A-I dan B-I	< 75	10,5	19,5
A-II dan B-II	75 – 100	13	24
A-III, B-III, C-I through D-III	100 – 150	16	29,5
A-IV through D-VI	> 150	20	37

Sumber : FAA AC 150/5300-13

**4. Perencanaan Geometri Landasan Hubung**

*Taxiway* adalah jalan penghubung antara landas pacu dengan pelataran pesawat (*apron*), kandang pesawat (*hangar*), terminal, atau fasilitas lainnya di sebuah bandar udara.

Panjang *Taxiway* dapat dicari dengan pendekatan rumus:

$$T = (R + L) - (x + 22,5)$$

Dimana,

R = Lebar *runway* strip (m)

L = Jarak dari *runway* strip sampai ekor pesawat (m)

x = Lebar ruang bebas dibelakang ekor pesawat, yang merupakan total dari lebar *clearance* +  $0,5 \times \text{wingspan}$  (m)

Untuk Lebar *Taxiway* ditentukan oleh tabel seperti berikut:

**Tabel 9. Dimensi *Taxiway* menurut FAA**

Penggolongan Pesawat	Lebar <i>Taxiway</i> (m)	Lebar Bahu <i>Taxiway</i> (m)	Jarak bebas minimum dari sisi terluar roda utama dengan tepi <i>taxiway</i> (m)
I	7,5	3	1,5
II	10,5	3	2,25
III	15 <sup>a</sup>	6	3 <sup>b</sup>
IV	23	7,5	4,5
V	23	10,5	4,5
VI	25	12	4,5

Sumber : FAA AC 150/5300-13

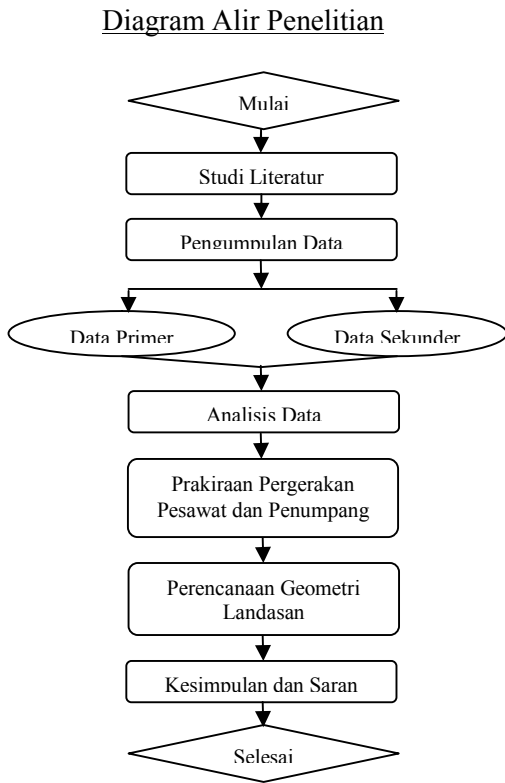
**Tabel 10. Dimensi *Taxiway* menurut SKEP77**

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

Sumber : SKEP/77/VI/2005

**3. METODE PENELITIAN**

Perencanaan dalam penelitian ini dapat dijelaskan pada diagram alir berikut:



**Gambar 1. Diagram Alir Penelitian**  
 Sumber : Analisa Penulis, 2016

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**1. Peramalan Pertumbuhan Lalu Lintas Udara**

**a. Peramalan Pergerakan Pesawat**

**1) Penentuan Pergerakan Total**

Untuk mendapatkan peramalan volume lalu lintas pesawat pada tahun rencana dapat digunakan suatu analisa terhadap data histori pergerakan pesawat dari tahun 2013-2015. Adapun datanya sebagai berikut:

**Tabel 11. Total Pergerakan Pesawat 2013-2015**

Tahun ke-	Tahun	Domestik			Internasional			Total
		Dtg.	Brk.	Total	Dtg.	Brk.	Total	
1	2013	7765	7775	15540	2609	2611	5220	20760
2	2014	8131	8156	16287	2720	2726	5446	21733
3	2015	10613	10611	21224	2759	2759	5518	26742

Sumber : PT. Angkasa Pura II, 2016

Peramalan di tahun rencana menggunakan analisis regresi pada *software* Ms. Excel. Maka dari

persamaan regresi diatas dapat dihitung hasil peramalan jumlah pergerakan total pesawat tahun 2016-2020.

**Tabel 12. Hasil Peramalan Jumlah Pergerakan Total Pesawat Tahun 2016-2020**

Tahun ke-	Tahun	Domestik			Internasional			Total
		Dtg.	Brk.	Total	Dtg.	Brk.	Total	
4	2016	11959	11960	23919	2851	2851	5702	29621
5	2017	13981	13972	27952	2932	2931	5863	33815
6	2018	16344	16322	32667	3015	3013	6028	38695
7	2019	19107	19069	38176	3101	3097	6198	44374
8	2020	22338	22277	44614	3189	3184	6373	50987

Sumber : Analisa Penulis, 2016

**2) Penentuan Peak Month, Peak Day, dan Peak Hour**

Perhitungan Peak Month Ratio

Peak month ratio ini diperlukan untuk mendapatkan nilai jumlah pergerakan pesawat pada bulan puncak dalam tahun yang dikehendaki. Perhitungan ini membutuhkan data histori pergerakan pesawat tiap bulan pada Tahun 2013 – 2015. Data tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 13. Pergerakan Pesawat Tiap Bulan Pada Tahun 2013-2015**

No.	Bulan	Total Pergerakan		
		2013	2014	2015
1	Januari	1820	1731	2220
2	Februari	1605	1551	2015
3	Maret	1947	1794	2172
4	April	1808	1707	2105
5	Mei	1863	1707	2254
6	Juni	1775	1762	2125
7	Juli	1589	1614	2302
8	Agustus	1787	2054	2322
9	September	1704	1870	2248
10	Oktober	1688	1951	2292
11	November	1530	1882	2237
12	Desember	1644	2108	2450
Total		20760	21731	26742

Sumber : PT. Angkasa Pura II, 2016

Contoh perhitungan yang dilakukan untuk mendapatkan *peak month ratio* adalah sebagai berikut:

$$R_{month} = N_{month} / N_{year}$$

$$\text{Januari 2013} = 18260 / 20760 = 0,088$$

Hasil selengkapnya ada pada tabel berikut:

**Tabel 14. Rasio Pergerakan Bulanan Pesawat Terhadap Total Satu Tahun**

No.	Bulan	Ratio		
		2013	2014	2015
1	Januari	0.088	0.080	0.083
2	Februari	0.077	0.071	0.075
3	Maret	0.094	0.083	0.081
4	April	0.087	0.079	0.079
5	Mei	0.090	0.079	0.084
6	Juni	0.086	0.081	0.079
7	Juli	0.077	0.074	0.086
8	Agustus	0.086	0.095	0.087
9	September	0.082	0.086	0.084
10	Oktober	0.081	0.090	0.086
11	November	0.074	0.087	0.084
12	Desember	0.079	0.097	0.092
Total		1	1	1

Sumber : Analisa Penulis, 2016

Dari tabel diatas dapat dilihat rasio tertinggi yaitu pada Bulan Desember Tahun 2014 sebesar 0.097.

Perhitungan Peak Day Ratio

Peak day ratio ini diperlukan untuk mendapatkan nilai jumlah pergerakan pesawat pada hari tersibuk bulan puncak tahun yang dikehendaki. Pada perhitungan ini dibutuhkan data jumlah pergerakan pesawat tiap hari. Data tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 15. Pergerakan Pesawat Tiap Hari Pada Bulan Desember 2014**

Hari	Tanggal	Jumlah Pergerakan Maks.	Total
Senin	1, 8, 15, 22, 29	75	323
Selasa	2, 9, 16, 23, 30	86	362
Rabu	3, 10, 17, 24, 31	76	323
Kamis	4, 11, 18, 25	78	274
Jumat	5, 12, 19, 26	74	264
Sabtu	6, 13, 20, 27	84	292
Minggu	7, 14, 21, 28	76	270
Total			2108

Sumber : PT. Angkasa Pura II, 2016

Contoh perhitungan yang dilakukan untuk mendapatkan peak month ratio adalah sebagai berikut:

$$R_{day} = N_{day} / N_{month}$$

$$\text{Senin} = 75 / 2108 = 0.0356$$

Hasil selengkapnya ada pada tabel berikut:

**Tabel 16. Rasio Pergerakan Harian Pesawat Terhadap Pergerakan Bulanan**

Hari	Tanggal	Jumlah Pergerakan Maks.	Ratio
Senin	1, 8, 15, 22, 29	75	0.036
Selasa	2, 9, 16, 23, 30	86	0.041
Rabu	3, 10, 17, 24, 31	76	0.036
Kamis	4, 11, 18, 25	78	0.037
Jumat	5, 12, 19, 26	74	0.035
Sabtu	6, 13, 20, 27	84	0.040
Minggu	7, 14, 21, 28	76	0.036

Sumber : Analisa Penulis, 2016

Dari hasil tabel diatas, hari Selasa merupakan hari tersibuk dalam 1 minggu. Sehingga rasio pergerakan pada Hari Selasa yaitu 0.041 merupakan peak day ratio.

Perhitungan Peak Hour Ratio

Peak hour ratio ini diperlukan untuk mendapatkan nilai jumlah pergerakan pesawat pada jam puncak tahun yang dikehendaki. Berdasarkan dari hasil perhitungan diatas, jam tersibuk ada pada Hari Selasa, 30 Desember 2014 dengan jumlah pergerakan total 86 pesawat. Maka diambil data pada hari tersebut seperti yang terlihat pada tabel berikut:

**Tabel 17. Pergerakan Pesawat Tiap Jam Pada Hari Tersibuk**

No.	Jam Pergerakan	Berangkat	Datang	Jumlah Pergerakan
1	06.00 – 06.59	6	1	7
2	07.00 – 07.59	1	1	2
3	08.00 – 08.59	2	4	6
4	09.00 – 09.59	5	5	10
5	10.00 – 10.59	4	3	7
6	11.00 – 11.59	4	4	8
7	12.00 – 12.59	1	1	2
8	13.00 – 13.59	2	-	2
9	14.00 – 14.59	3	6	9
10	15.00 – 15.59	1	5	6
11	16.00 – 16.59	7	3	10
12	17.00 – 17.59	2	2	4
13	18.00 – 18.59	-	-	-
14	19.00 – 19.59	3	3	6
15	20.00 – 20.59	-	3	3
16	21.00 – 21.59	1	1	2
17	22.00 – 22.59	-	1	1
18	23.00 – 23.59	-	1	1
Total		42	44	86

Sumber : PT. Angkasa Pura II, 2016

Jam tersibuk adalah pukul 09.00-09.59 dan pukul 16.00 – 16.59 dengan pergerakan sebanyak 10 pesawat.

$$\text{Jadi, } R_{hour} = N_{hour} / N_{day} = 10 / 86 = 0.116$$

- 3) Penentuan Jumlah Pergerakan dalam Kondisi Tersibuk

Jumlah Pergerakan Kondisi Peak Month

Cara mengetahui jumlah pergerakan pesawat pada bulan puncak Tahun 2020, dapat dihitung dengan rumus:

$$N_{month} = N_{year} \times R_{month}$$

Contoh perhitungannya sebagai berikut:

Kedatangan Domestik 2016 =

$$N_{month} = 11959 \times 0.097 = 1160$$

pergerakan

Hasil selengkapnya:

**Tabel 18. Peramalan Jumlah Pergerakan Pesawat pada Bulan Puncak**

Tahun ke-	Tahun	Domestik			Internasional			Total
		Dtg.	Brk.	Total	Dtg.	Brk.	Total	
4	2016	1160	1160	2320	277	277	553	2873
5	2017	1356	1355	2712	284	284	569	3280
6	2018	1585	1583	3169	292	292	585	3754
7	2019	1853	1850	3703	301	300	601	4304
8	2020	2167	2161	4328	309	309	618	4946

Sumber : Analisa Penulis, 2016

Dapat dilihat bahwa total pergerakan pesawat pada bulan puncak untuk Tahun 2020 adalah 4946 pergerakan pesawat.

Jumlah Pergerakan Kondisi Peak Day

Untuk mengetahui jumlah pergerakan harian pesawat pada bulan puncak Tahun 2020 dapat dihitung dengan rumus:

$$N_{day} = N_{month} \times R_{day}$$

Contoh perhitungannya sebagai berikut:

Kedatangan Domestik 2016 =

$$N_{day} = 1160 \times 0.041 = 47$$

pergerakan

Hasil selengkapnya:

**Tabel 19. Peramalan Jumlah Pergerakan Pesawat pada Hari Tersibuk**

Tahun ke-	Tahun	Domestik			Internasional			Total
		Dtg.	Brk.	Total	Dtg.	Brk.	Total	
4	2016	47	47	94	11	11	22	116
5	2017	55	55	110	12	12	24	134
6	2018	65	65	130	12	12	24	154
7	2019	76	75	151	12	12	24	175
8	2020	88	88	176	13	13	26	202

Sumber : Analisa Penulis, 2016

Dapat dilihat bahwa total pergerakan harian pesawat pada bulan puncak untuk Tahun 2020 adalah 202 pergerakan pesawat.

Jumlah Pergerakan Kondisi Peak Hour

Untuk mengetahui jumlah pergerakan pesawat kondisi *peak hour* pada hari

tersibuk bulan puncak Tahun 2020 dapat dihitung dengan rumus:

$$N_{hour} = N_{day} \times R_{hour}$$

Contoh perhitungannya sebagai berikut:

Kedatangan Domestik 2016 =

$$N_{month} = 47 \times 0.116 = 6$$

pergerakan

Hasil selengkapnya:

**Tabel 20. Peramalan Jumlah Pergerakan Pesawat pada Jam Puncak**

Tahun ke-	Tahun	Domestik			Internasional			Total
		Dtg.	Brk.	Total	Dtg.	Brk.	Total	
4	2016	6	6	12	1	1	2	14
5	2017	6	6	12	1	1	2	14
6	2018	8	8	16	1	1	2	18
7	2019	9	9	18	1	1	2	20
8	2020	10	10	20	1	1	2	22

Sumber : Analisa Penulis, 2016

Diambil hasil perhitungan total peramalan pergerakan pesawat dalam kondisi *peak hour* di tahun rencana yaitu Tahun 2020 untuk domestik dan internasional yang masing-masing mengambil nilai terbesar antara kedatangan dan keberangkatan yaitu domestik sebesar 10 pergerakan pesawat dan internasional sebanyak 1 pergerakan pesawat.

**b. Peramalan Pertumbuhan Pergerakan Penumpang**

Untuk mendapatkan peramalan pergerakan penumpang pada tahun rencana dapat digunakan suatu analisa terhadap data histori pergerakan penumpang dari tahun 2013-2015. Adapun datanya sebagai berikut:

**Tabel 21. Total Pergerakan Penumpang 2013-2015**

Thn. ke-	Thn.	Domestik			Internasional			Total
		Dtg.	Brk.	Total	Dtg.	Brk.	Total	
1	2013	1006690	1003316	2010006	323586	319322	642908	2652914
2	2014	1086308	1086975	2173283	332153	342831	674984	2848267
3	2015	1280060	1283280	2563340	332701	344409	677110	3240450

Sumber : PT. Angkasa Pura II, 2016

Peramalan di tahun rencana menggunakan analisis regresi pada *software* Ms. Excel. Maka dari persamaan regresi diatas dapat dihitung hasil peramalan jumlah pergerakan total penumpang tahun 2016-2020.

**Tabel 22. Hasil Peramalan Jumlah Pergerakan Total Penumpang Tahun 2016-2020**

Thn. ke-	Thn.	Domestik			Internasional			Total
		Dtg.	Brk.	Total	Dtg.	Brk.	Total	
4	2016	1422307	1430943	2853250	338747	361643	700391	3553641
5	2017	1603807	1618393	3222200	343489	375575	719064	3941264
6	2018	1808468	1830398	3638867	348297	390044	738340	4377207
7	2019	2039246	2070176	4109422	353172	405069	758241	4867663
8	2020	2299474	2341364	4640837	358115	420674	778789	5419627

Sumber : Analisa Penulis, 2016

Dari tabel diatas diambil hasil perhitungan total peramalan penumpang di tahun rencana untuk domestik dan internasional yang masing-masing mengambil nilai terbesar antara kedatangan dan keberangkatan lalu selanjutnya dikalikan dengan angka TPHP yang ada pada tabel 1 dalam aturan FAA seperti berikut:

- 1) Domestik = 2341364 penumpang  
 Jumlah Penumpang =  $2341364 \times 0.04\%$   
 = 937 penumpang
- 2) Internasional  
 Jumlah Penumpang =  $420674 \times 0.065\%$   
 = 273 penumpang

**2. Penentuan Pesawat Rencana**

Untuk memperkirakan jenis pesawat rencana yang akan digunakan adalah pertama dengan membagi jumlah keberangkatan penumpang pada saat *peak hour* tahun rencana yaitu Tahun 2020 dengan jumlah pergerakan pesawat pada saat *peak hour* tahun rencana.

**a. Domestik**

Jumlah penumpang pada volume puncak =  $\frac{937}{10} = 94$  penumpang, sehingga dapat direncanakan menggunakan pesawat *Boeing 737-800* dengan kapasitas penumpang sebanyak 189 *seat (economic class)* dimana pesawat jenis ini merupakan pesawat eksisting terbesar yang dapat beroperasi di Bandara Husein Sastranegara Bandung. Dan juga merupakan jenis pesawat yang mempunyai jadwal penerbangan terbanyak di bandara ini.

**b. Internasional**

Jumlah penumpang pada volume puncak =  $\frac{273}{1} = 273$  penumpang, sehingga direncanakan menggunakan pesawat *Boeing 787-9 Dreamliner* dengan kapasitas penumpang sebanyak 280 *seat (mixed class)*.

Dari kedua kondisi diatas diambil pesawat terbesarnya untuk dijadikan sebagai pesawat rencana pada penelitian ini yaitu pesawat *Boeing 787-9 Dreamliner*.

**3. Data Karakteristik Pesawat dan Data Bandara**

**a. Data Karakteristik Pesawat**

Pesawat rencana yang akan digunakan dalam perencanaan geometri *runway* dan *taxiway* adalah *Boeing 787-9 Dreamliner* dengan karakteristik:

- Approach Speed* : 141 – 166 knot
- Wingspan* : 60,12 m
- Overall Length* : 62,81 m
- OMGWS : 9,80 m
- Tail Height : 17,02 m
- MTOW : 252651 kg
- MLW : 192777 kg
- ARFL : 2820 m

Dari data jenis dan karakteristik pesawat telah diketahui diatas didapatkan penggolongan pesawat dari tabel 2 dan 3 untuk tipe pesawat *Boeing 787-9 Dreamliner* menurut FAA (*Federal Aviation Administration*) adalah D-V dan menurut SKEP adalah 4E.

**b. Data Bandara**

- Elevasi Bandara (h) : 2436ft ≈ 743m
- Gradien Efektif (S) : 1,5 %
- Temperatur Udara (T) : 25°C
- Perbedaan Maksimum Elevasi Efektif : 15 ft

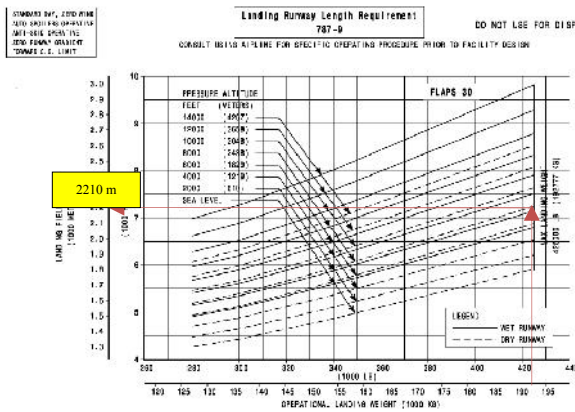
**4. Perencanaan Geometri Landasan Pacu**

**a. Panjang Landasan Pacu**

FAA

- 1) Panjang *runway* kondisi *landing*  
 Dihitung berdasarkan elevasi bandara 2436ft, dan MLW 192777 kg lalu didapatkan panjangnya sebesar 2210 m untuk pesawat rencana *Boeing 787-9 Dreamliner* seperti yang digambarkan pada grafik berikut:

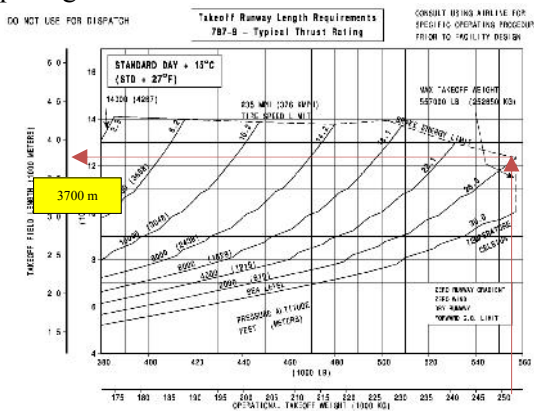




**Gambar 2. Grafik Panjang Landasan Pacu Untuk Mendarat dari Boeing 787-9 Dreamliner**

Sumber : *Airplane Characteristic for Airport Planning Boeing 787, 2014*

- 2) Panjang runway kondisi *takeoff*  
 Dihitung berdasarkan temperatur bandara 25°C, elevasi bandara 2436ft, dan MTOW 252651 kg lalu didapatkan panjangnya sebesar 3700 m untuk pesawat rencana Boeing 787-9 Dreamliner seperti yang digambarkan pada grafik berikut:



**Gambar 3. Grafik Panjang Landasan Pacu Untuk Lepas Landas dari Boeing 787-9 Dreamliner**

Sumber : *Airplane Characteristic for Airport Planning Boeing 787, 2014*

Panjang landasan untuk *takeoff* dikoreksi dengan perbedaan elevasi sepanjang landasan pacu menjadi 3746 m. Dari kedua kondisi diatas diambil panjang yang terbesar yaitu pada kondisi *takeoff* sebesar 3746 m.

**SKEP**

- 1) Koreksi Elevasi (Fe)  
 $Fe = 1 + 0,07 \left( \frac{743}{300} \right) = 1,17 \text{ m}$
- 2) Koreksi Temperatur

$$Ft = 1 + 0,01 (25^0 - (15^0 - 0,0065 (743))) = 1,148 \text{ m}$$

- 3) Koreksi Kemiringan  
 $Fs = 1 + 0,1 (0,015) = 1,0015 \text{ m}$   
 Dari perhitungan koreksi diatas, maka ditentukan panjang runway terkoreksinya sebagai berikut:  
 $ARFL \text{ terkoreksi} = 2820 \times 1,17 \times 1,148 \times 1,0015 = 3793,3 \text{ m} \approx 3800 \text{ m}$

Dari kedua aturan diatas FAA dan SKEP diambil panjang runway terpanjang yaitu 3800 m.

**b. Lebar Landasan Pacu**

Kondisi eksisting untuk lebar runway yang ada pada Bandara Husein Sastranegara adalah sebesar 45 meter. Berdasarkan peraturan FAA dan peraturan SKEP lebar runway yang dibutuhkan untuk pesawat Boeing 787-9 Dreamliner adalah sebesar 45 m.

**c. Bahu Landasan Pacu**

Untuk peraturan FAA (*Federal Aviation Administration*) dan peraturan SKEP (Surat Keputusan Pemerintah tentang Persyaratan Teknis Pengoprasian Bandar Udara) lebar bahu pada perencanaan runway untuk pesawat rencana Boeing 787-9 Dreamliner berdasarkan tabel 7 dan tabel 8, yaitu sebesar 10,5 m. Jadi lebar keseluruhan runway (lebar runway dan lebar bahu runway) untuk peraturan FAA maupun SKEP adalah sebesar 55,5 m. Jadi, lebar bahu untuk perencanaan landasan pacu (runway) yang diambil adalah 10,5 m.

**d. Clearway**

Merupakan suatu daerah pada akhir landasan pacu yang bebas dan aman bagi pesawat saat mencapai ketinggian tertentu untuk melindungi pesawat ketika operasi lepas landas. FAA menyarankan untuk lebar clearway minimal 75 m dari tiap sisi garis tengah runway dan panjangnya minimal 300 m. Sedangkan, SKEP memberi peraturan untuk panjang clearway tidak boleh lebih dari setengah panjang runway dan lebarnya diatur berdasarkan kode landasan pacu, untuk nomor 3 dan 4 lebar minimum 150 m.

**e. Stopway**

Merupakan suatu area yang terletak di akhir landasan pacu dan disiapkan sebagai tempat berhenti pesawat saat terjadi pembatalan kegiatan *takeoff*. FAA menyarankan untuk lebar *stopway* adalah sama dengan lebar dari *runway*. Untuk SKEP:

**Tabel 23. Dimensi Stopway**

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

Sumber : SKEP/77/VI/2005

**f. RESA**

Merupakan suatu daerah simetris yang merupakan perpanjangan dari garis tengah landas pacu dan membatasi bagian ujung *runway strip* yang ditujukan untuk mengurangi resiko kerusakan pesawat yang sedang menjauhi atau mendekati landas pacu saat melakukan kegiatan *landing* atau *takeoff*. Untuk FAA persyaratan lebar RESA minimum 150 m sedangkan untuk panjang RESA minimum 300 m. Untuk SKEP:

**Tabel 24. Dimensi RESA**

Uraian	Code Letter / Penggolongan Pesawat					
	A/I	B/II	C/III	D/IV	E/V	F/VI
Lebar minimum (m) atau (2 kali lebar Runway)	18	23	30	45	45	60

Sumber : SKEP/77/VI/2005

**g. Runway Strip**

Merupakan daerah landasan pacu yang penentuannya tergantung pada panjang landasan pacu. Panjang *runway strip* berdasarkan aturan SKEP 77 dan FAA mempunyai panjang minimal 60 m di tiap ujung *runway* dengan nomor kode selain 1. Dan jika perencanaan menggunakan *stopway* maka panjang minimal di hitung setelah *stopway*.

**h. Declared Distance**

- 1) *Take off run available* (TORA)  
TORA = 3800 m
- 2) *Take off distance available* (TODA)  
TODA = 3800 + 300 = 4100 m
- 3) *Accelerate stop distance available* (ASDA)  
ASDA = 3800 + 60 = 3860 m
- 4) *Landing distance available* (LDA)  
LDA = 3800 - 45 = 3755 m

**i. Pengecekan Arah Angin Runway**

Dari data angin yang didapat, selanjutnya dihitung menjadi prosentase seperti pada tabel berikut:

**Tabel 25. Presentase Data Kecepatan dan Arah Angin Tahun 2011-2015**

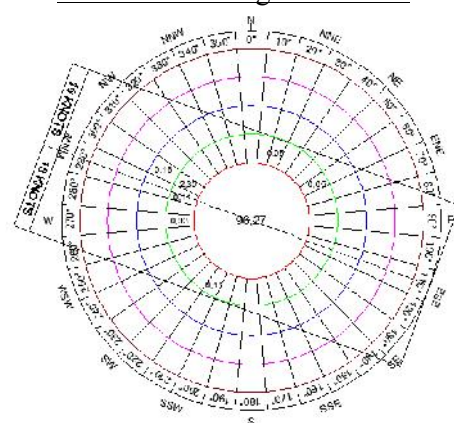
Arah angin	Presentase Data Angin (%)				Total
	11-16	17-21	22-27	> 28	
N	0.05	-	-	-	0.05
NNE	-	-	-	-	-
NE	0.05	-	-	-	0.05
ENE	-	-	-	-	-
E	-	-	-	-	-
ESE	-	-	-	-	-
SE	-	-	-	-	-
SSE	-	-	-	-	-
S	-	-	-	-	-
SSW	-	-	-	-	-
SW	0.11	-	-	-	0.11
WSW	-	-	-	-	-
W	0.93	-	-	-	0.93
WNW	-	-	-	-	-
NW	2,41	0.16	-	-	2.57
NNW	-	-	-	-	-
Angin Kalm (≤ 10 knot)	96,27				96,27
Total					100

Sumber : Analisa Penulis, 2016

Selanjutnya membuat plot dengan mencari *crosswind* yang diizinkan untuk keamanan penerbangan terlebih dahulu yang dapat dilihat pada Tabel 8 yaitu 16 knots.

Dari data prosentase angin yang ada dimasukkan kedalam *windrose* beserta batasan yang diizinkan pada tiap arahnya. Gambar dibawah adalah hasil plot arah angin dominan yang berada pada arah runway 11-29 dengan prosentasenya 99,98%, diambil karena prosentasenya yang terbesar dan memenuhi syarat angin dominan sebesar ≥95 %

Analisa Arah Angin Dominan



**Gambar 4. Hasil Plot 110<sup>0</sup> - 290<sup>0</sup>**  
Sumber : Analisa Penulis, 2016

## 5. Perencanaan Geometri Landasan Hubung

Panjang *Taxiway* dapat dicari dengan pendekatan rumus:

$$T = (R + L) - (x + 22,5)$$

$$T = (300 + ((45/2) + 10,5) - (34,56 + 22,5))$$

$$T = 276 \text{ m}$$

Kondisi eksisting untuk lebar *taxiway* yang ada pada Bandara Husein Sastranegara adalah sebesar 26 meter. Untuk peraturan FAA (*Federal Aviation Administration*) lebar *taxiway* berdasarkan tabel 18 dengan golongan pesawat V, yaitu sebesar 23 m. Untuk peraturan SKEP (Surat Keputusan Pemerintah tentang Persyaratan Teknis Pengoprasian Bandar Udara) lebar *taxiway* berdasarkan tabel 19 dengan kode huruf E, yaitu sebesar 25 m. Jadi, lebar landasan hubung yang diambil adalah yang terbesar yaitu 25 m.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

1. 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 peramalan total pergerakan pesawat adalah sebesar 50987 pergerakan dan total pergerakan penumpang sebesar 5.419.627 penumpang. Dari hasil perhitungan *peak hour* rencana pada total pergerakan di tahun 2020 didapatkan volume keberangkatan pesawat pada jam puncak untuk domestik 10 pesawat dan untuk internasional 1 pesawat. Sedangkan volume keberangkatan penumpang untuk domestik 937 penumpang dan untuk internasional 273 penumpang pada jam puncak. Maka didapatkan jumlah penumpang untuk satu kali keberangkatan pada volume jam puncak yaitu sebesar 94 dan 273 penumpang lalu diambil hasil yang terbesar yaitu 273 penumpang untuk satu kali keberangkatan, sehingga didapatkan jenis pesawat rencana yaitu pesawat tipe *Boeing 787-9 Dreamliner* dengan kapasitas sebanyak 280 *seat*. Pesawat

*Boeing 787-9 Dreamliner* juga dipilih dengan tujuan agar Bandara Husein Sastranegara dapat di analisa kelayakan *runway* dan *taxiway* eksisting berdasarkan geometrinya dalam mengoperasikan pesawat *wide body*.

2. Panjang landasan pacu yang dibutuhkan untuk jenis pesawat rencana *Boeing 787-9 Dreamliner* menurut aturan FAA (*Federal Aviation Administration*) adalah sebesar 3746 m sedangkan, menurut aturan SKEP (Surat Keputusan Pemerintah tentang Persyaratan Teknis Pengoprasian Bandar Udara) adalah sebesar 3800 m. Untuk lebar landasan pacu menurut aturan FAA dan SKEP dapat diambil sebesar 45 m. Panjang landasan hubung yang dibutuhkan adalah sebesar 276 m dan lebarnya adalah sebesar 25 m.
3. Panjang landasan pacu yang dimiliki pada *runway* eksisting tidak layak untuk dilakukan *takeoff* maupun *landing* dengan pesawat rencana karena panjang eksistingnya hanya 2220 m. Untuk lebar landasan pacu layak untuk dilakukan pengoprasian pesawat rencana karena lebar eksisting sama dengan hasil perhitungan. Panjang landasan hubung tidak layak dilalui pesawat rencana karena landasan hubung C maupun D hanya mempunyai panjang 150 dan 100 m, tetapi untuk lebar dari landasan hubung layak untuk dilalui pesawat rencana karena landasan hubung C maupun D mempunyai lebar 26 dan 25 m.

### B. Saran

Saran yang diberikan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pada perencanaan ini, tahun rencana yang digunakan adalah selama 5 tahun dimulai dari tahun 2016. Oleh karena itu, perencanaan pengembangan ini hanya dapat digunakan hingga tahun 2020, maka setelah tahun 2020 Bandara Husein Sastranegara ini perlu dievaluasi ulang mengenai pertumbuhan pergerakannya.
2. Untuk penelitian skripsi sejenis, dalam peramalan pergerakan pesawat dan penumpang disarankan menggunakan metode lain untuk perbandingan selain

metode analisis regresi agar hasil yang didapatkan lebih baik dan juga dalam perhitungan geometri *runway* dan *taxiway* dapat menggunakan metode lain sebagai pembandingan selain metode FAA dan SKEP.

3. Dalam pemilihan pesawat *Boeing 787-9 Dreamliner* perlu dilakukan peninjauan lanjutan terhadap perpanjangan *runway* dan *taxiway* di Bandara Husein Sastranegara Bandung.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, Diah. 2014. Analisa Kelayakan Dimensi Runway, Taxiway, dan Apron AURI. 2016. Lanud Husein Sastranegara. Bandung, Indonesia
- Basuki, Heru Ir. 2008 . Merancang dan Merencana Lapangan Terbang. Cetakan ketiga . PT ALUMNI : Bandung
- Boeing. 2014. 787 Airplane Characteristics for Airport Planning. United States: Boeing Commercial Airplanes
- Departemen Perhubungan, Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. No. SKEP/76/VI/2005. Tentang Pedoman Pengoperasian Bandar Udara
- Departemen Perhubungan, Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. No. SKEP/77/VI/2005. Tentang Persyaratan Teknis Pengoperasian Fasilitas Teknik Bandar Udara
- Dosen Teknik Sipil Untirta. 2012. Pedoman penulisan dan penyusunan Tugas Akhir Mahasiswa. Fakultas Teknik Untirta : Cilegon
- Federal Aviation Association (FAA). 1989. Airport Design. United States: Federal Aviation Association (FAA).
- Federal Aviation Association (FAA). 2005. Runway Length Requirements for Airport Design. United States: Federal Aviation Association (FAA).
- Federal Aviation Association (FAA). 2007. Airport Master Plans. United States: Federal Aviation Association (FAA).
- Horonjeff, R., dan F.X. McKelvey, 1988. Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara (Terjemahan), Edisi Ketiga, Jilid 1, Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Ningrum, Puspa. 2013. Desain Lapangan Terbang. Universitas Riau : Riau
- Permana, Sheellfia J. 2013. Studi Perencanaan Pengembangan Landasan Pacu (Runway) dan Landas Hubung (Taxiway) Bandara Abdulrachman Saleh Malang
- PT. Angkasa Pura II. 2016. Husein Sastranegara. Bandung, Indonesia
- Sukirman, Silvia. 2014. Rekayasa Bandar Udara. Institut Teknologi Nasional : Bandung
- Susetyo, Arief. 2012. Studi dan Perencanaan Penambahan Runway di Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya
- Adnan Arumpadatu, Muhammad. "Terbang Pre Zoiz F2WL12". 30 September 2015. <http://loungepilot.blogspot.co.id/2012/02/terbang-pre-zoiz-f2wl12.html>
- Demand Media. "Picture of The Boeing 737-301 Aircraft". 16 Januari 2016. <http://www.airliners.net/photo/AirAsia/Boeing-737-301/0820904/L/&sid=0d8190d2c3c8c614cc104bd8fefdb0e5>