

ANALISIS KAPASITAS AIR SIDE RENCANA PENGEMBANGAN BANDAR UDARA INTERNASIONAL AHMAD YANI SEMARANG

Muchammad Ulil Aidi^{*)}, Yahya Anas^{*)},
Dr. Bagus Hario S, ST., MT. ^{**)}, Ir. Wahyudi Kushardjoko., MT. ^{**)}

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Diponegoro Semarang
Jln. Prof. Sudharto, SH. Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia
^{*)}Email : aidi.muchammad@gmail.com, ^{*)}Email : yahya_civiliano@yahoo.com

ABSTRAK

Bandar Udara Ahmad Yani Semarang merupakan salah satu bandar udara internasional yang ada di Provinsi Jawa Tengah. Status sebagai bandar udara internasional dikarenakan ada rencana penerbangan ke luar negeri dan Bandar Udara Ahmad Yani layak untuk melayani penerbangan tersebut. Tetapi fasilitas dan pelayanan yang ada belum sesuai untuk bandar udara berkelas internasional. Oleh karena itu, bandar udara ini terus dikembangkan untuk dapat melayani permintaan penerbangan, baik penerbangan domestik maupun internasional yang terus meningkat dari tahun ke tahun dari dan menuju Semarang. Pengembangan tersebut meliputi pengembangan prasarana sisi darat dan sisi udara bandara yang dibagi menjadi dua tahap. Dengan selesainya pengembangan tahap I, Bandar Udara Ahmad Yani akan memiliki terminal yang lebih luas di sebelah Utara runway, lahan parkir yang luas, apron seluas 61.344 m² serta dua buah taxiway. Pengembangan tahap II akan menjadikan Bandar Udara Ahmad Yani memiliki apron seluas 78.313 m² yang mampu menampung 12 pesawat sekelas Boeing 737-900 dan 8 buah taxiway, 2 buah exit taxiway serta 1 buah parallel taxiway. Pada Tugas Akhir ini akan menganalisis sisi udara pada Bandar Udara Ahmad Yani tersebut yang berupa runway, taxiway dan apron pada kondisi eksisting, pengembangan tahap pertama dan pengembangan tahap kedua. Di mana pada analisis ini akan diprediksi jumlah penumpang pada tahun rencana yang kemudian akan dikonversi menjadi jumlah pesawat pada jam sibuk. Hasil prediksi jumlah pesawat ini akan dianalisis terhadap kapasitas sisi udara Bandar Udara Ahmad Yani di tahun rencana terhadap pengembangan yang telah dilakukan oleh Bandar Udara Ahmad Yani, sehingga akan diketahui kemampuan sisi udara pada Bandar Udara Ahmad Yani terhadap permintaan di tahun rencana. Pada analisis ini mengacu pada peraturan yang telah ditetapkan oleh FAA. Hasil dari analisis menunjukkan bahwa pada saat kondisi eksisting sisi udara yang berupa runway, taxiway masih mampu melayani permintaan penerbangan tetapi kapasitas apron sudah tidak mampu melayani sehingga untul prediksi 5 tahun mendatang di pengembangan tahap pertama akan terjadi over capacity. Tetapi dengan adanya pengembangan di Bandar Udara Ahmad Yani prediksi pelayanan pesawat untuk 5 sampai 10 tahun mendatang sudah dapat dilayani oleh taxiway dan apron. Tetapi untuk komponen runway perlu dibangun rapid exit taxiway sehingga dapat meningkatkan kapasitas runway pada jam sibuk.

Kata kunci : Kapasitas Runway, Kapasitas Taxiway, Kapasitas Apron, Bandara Ahmad Yani

ABSTRACT

Ahmad Yani Airport in Semarang is one of the international airport in the Province of Central Java . International airport status is used because there is a flight plan to foreign country and Ahmad Yani Airport worthy to serve the airlines. However, the facilities and services that exist not suitable for international-class airport. Therefore, these airports continue to be developed in order to serve the demand for overseas flight, both domestic and international flights increased from year to year. It can be from Semarang and head to Semarang. The development includes the development of the infrastructure of the airport land and air sides which are divided into two phases. With the completion of the first phase of development, Ahmad Yani Airport will have a wider terminal in the North of runway, ample parking space, covering an area of 61.344 m² apron and two taxiways. Development of second phase will make Ahmad Yani Airport has an area of 78.313 m² apron that can accommodate 12 Boeing 737-900 aircraft class and 8 pieces taxiways, 2 pieces exit taxiways and 1 piece parallel taxiway. This Final Thesis will analyze the air side of the Ahmad Yani airport that has runway formed, taxiway and apron at the existing condition, the development of the first phase and the second phase of development. This analysis will have predicted number of passengers in the plan of year which will then be converted into the number of aircraft at busy times. Results of the predicted number of aircraft will be on an analysis for the air side capacity of the Ahmad Yani Airport in the development plan that has been done by Ahmad Yani airport, so that it will be known the air side ability of the Ahmad Yani Airport to the demand in the plan year. This analysis refers to the rules that set up by FAA. Results of the analysis showed that when the condition of existing air side in the form of runway, taxiways are still able to serve the demand of flight but the capacity of the apron are not able to serve so for prediction of the next 5 years in the first phase of development there will be over capacity. However, with the development at the Ahmad Yani Airport, aircraft servicing predictions for the next 5 to 10 years can already be served by a taxiway and apron but rapid exit taxiway should be built for runway's component, so that it can increase runway capacity at peak hours.

Keywords : Runway Capacity , Taxiway Capacity , Apron Capacity, Ahmad Yani Airport

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Tingkat pelayanan pada suatu bandar udara dapat dilihat dari kapasitas. Pada saat ini kapasitas Bandar Udara Internasional Ahmad Yani pada sisi udara meliputi *runway* yang mempunyai panjang landasan 2.680 meter, sebuah *taxiway* yang menghubungkan antar *apron* dengan *runway* dan kapasitas *apron* yang hanya mampu menampung 8 pesawat (6 *narrow body* dan 2 pesawat kecil) perlu dianalisis tingkat kapasitasnya. Hal ini sangat berpengaruh pada tingkat permintaan penumpang yang semakin meningkat dari tahun ke tahun.

Dalam Tugas Akhir ini membahas analisis kapasitas *air side* pengembangan Bandar Udara Ahmad Yani Semarang. Hal ini mengacu pada pengembangan Bandar Udara Ahmad Yani Semarang yang dibagi menjadi dua tahap. Tahap I yang direncanakan selesai tahun 2017 meliputi pembangunan terminal baru di sebelah Utara *runway*, perluasan *apron* seluas 61.344 m² yang mampu menampung 10 pesawat dan pembangunan 2 buah *taxiway*. Sedangkan pengembangan tahap II yang ditargetkan selesai pada tahun 2027 akan menjadikan Bandar Udara Ahmad Yani memiliki *apron* seluas 78.313 m² dan *taxiway* berjumlah 10 dan sebuah paralel *taxiway*. Melalui analisis kapasitas *air side* dapat diketahui apakah dengan adanya pengembangan Bandar Udara Ahmad Yani Semarang dapat melayani permintaan angkutan udara di masa yang akan datang.

Pokok Permasalahan

1. Bagaimana kapasitas *air side* Bandar Udara Internasional Ahmad Yani – Semarang saat ini?
2. Bagaimana kapasitas *air side* Bandar Udara Internasional Ahmad Yani – Semarang pada pengembangan tahap I dan tahap II?

Maksud dan Tujuan

Maksud dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah melakukan analisis kapasitas *air side* pada Bandar Udara Internasional Ahmad Yani sehingga diharapkan prasarana *air side* Bandar Udara Ahmad Yani Semarang mampu memberikan tingkat pelayanan yang optimal pada saat ini maupun di masa mendatang.

Adapun tujuan dari analisis kapasitas *air side* pada pengembangan Bandar Udara Internasional Ahmad Yani adalah :

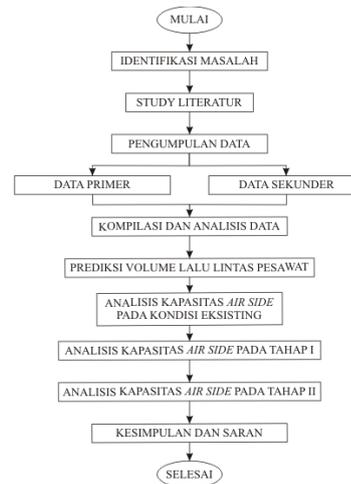
1. Melakukan analisis kapasitas *air side* pada Bandar Udara Ahmad Yani Semarang untuk kondisi saat ini.
2. Melakukan analisis kapasitas *air side* pada Bandar Udara Ahmad Yani Semarang pada pengembangan tahap I dan tahap II.

Batasan Masalah

1. Tidak membahas penambahan *runway* baru.
2. Pada studi ini tidak membahas masalah perkerasan.
3. Pada studi ini tidak merencanakan drainase.

METODOLOGI

Kerangka pikir penelitian secara menyeluruh penyusunan laporan tugas akhir ini dapat digambarkan dalam suatu diagram alir sebagai berikut:



KOMPILASI DAN ANALISIS DATA

Regresi Linier Berganda

Yang pertama menggunakan jumlah penduduk dan jumlah PDRB harga konstan (tahun dasar 2000) sebagai variabel bebas dan jumlah penumpang sebagai variabel terikat.

Dan hasil prediksi penumpang ditampilkan pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Rekapitulasi Perhitungan Prediksi Jumlah Penumpang

n	Tahun	Jumlah Penduduk	Jumlah PDRB	Jumlah Penumpang
		(X ₁)	(X ₂)	(Y)
0	2012	1.543.557	22.736.136	141.433
1	2013	1.566.923	24.056.018	190.468
5	2017	1.663.979	30.147.550	447.465
15	2027	1.933.739	53.005.723	1.680.602
Persamaan		$Y = -1806776,463 - 2,144657878 * (X_1) + 0,330626047 * (X_2)$		

Yang kedua menggunakan jumlah penduduk dan jumlah PDRB harga berlaku sebagai variabel bebas dan jumlah penumpang sebagai variabel terikat.

Dan hasil prediksi penumpang ditampilkan pada Tabel 4.16.

Tabel 4.20 Rekapitulasi Perhitungan Prediksi Jumlah Penumpang

n	Tahun	Jumlah Penduduk	Jumlah PDRB	Jumlah Penumpang
		(X ₁)	(X ₂)	(Y)
0	2012	1.543.557	48.461.410	2.393.292
1	2013	1.566.923	54.403.171	2.846.903
5	2017	1.663.979	86.404.603	5.371.920
15	2027	1.933.739	274.674.627	21.084.366
Persamaan		$Y = 2544260,612 - 2,846045048 * (X_1) + 0,087534892 * (X_2)$		

1. Metode Shift Share

Metode ini merupakan metode untuk memproyeksikan PDRB pada masa mendatang dengan membandingkan dengan setiap sektor perekonomian suatu daerah dengan daerah dengan tingkat yang lebih tinggi. Hasil proyeksi PDRB ini selanjutnya digunakan sebagai variabel bebas

pada persamaan regresi linier berganda untuk PDRB harga konstan tahun dasar 2000.

PDRB pada tahun rencana dihitung menggunakan rumus:

$$Y_{r,i,t+m} = Y_{r,i,t} \left(\frac{Y_{i,t+m}}{Y_{i,t}} + \frac{m}{n} * \frac{D_{r,i,t}}{Y_{r,i,t+n}} \right)$$

Sehingga diperoleh hasil proyeksi sebagai berikut.

Tabel 4.28 Rekapitulasi Proyeksi PDRB Kota Semarang (Juta Rupiah)

Tahun	Proyeksi PDRB
2013	38.585.010,17
2017	45.668.146,25
2027	71.514.051,15

Proyeksi PDRB ini selanjutnya dimasukan ke dalam persamaan regresi $Y = -1806776,463 - 2,144657878*(X_1) + 0,330626047*(X_2)$ dan diperoleh prediksi jumlah penumpang pada tahun rencana.

Tabel 4.29 Prediksi Penumpang Tahun Rencana Dengan Menggunakan Metode *Shift Share*

Tahun	Jumlah Penduduk	Jumlah PDRB	Jumlah Penumpang
2013	1.566.923	38.585.010	1.462.262
2017	1.663.979	45.668.146	1.806.059
2027	1.933.739	71.514.051	3.300.727

2. Metode Angka Pertumbuhan

Untuk memprediksi jumlah penumpang menggunakan metode ini digunakan rumus:

$$i = \frac{X_n - X_{n-1}}{X_{n-1}} * 100\%$$

Tabel 4.30 Tingkat Pertumbuhan Penumpang Rute Penerbangan Domestik dan Internasional di Bandar Udara Ahmad Yani

Tahun	Domestik	
	Jumlah Penumpang	Tingkat Pertumbuhan (%)
2008	1.350.492	
2009	1.639.572	21,41
2010	1.980.275	20,78
2011	2.401.162	21,25
2012	2.890.514	20,38
Rata-rata		20,95

Tabel 4.31 Prediksi Jumlah Penumpang Angkutan Udara Rute Domestik di Bandar Udara Ahmad Yani Semarang

N	Tahun	Jumlah Penumpang
0	2012	2.890.514
5	2017	7.483.264
15	2027	50.156.009

Tabel 4.32 Data Pertumbuhan Penumpang Angkutan Udara Rute Internasional di Bandara Udara Ahmad Yani Semarang Bulan Februari 2012-2013

No	Bulan	Jumlah Penumpang	Tingkat Pertumbuhan
1	Feb-12	7.655	36,85%
2	Mar-12	10.476	-11,09%
3	Apr-12	9.314	-1,30%
4	Mei-12	9.193	17,20%
5	Jun-12	10.774	-3,08%
6	Jul-12	10.442	13,01%

No	Bulan	Jumlah Penumpang	Tingkat Pertumbuhan
7	Agust-12	11.801	-11,63%
8	Sep-12	10.429	4,08%
9	Okt-12	10.854	2,10%
10	Nop-12	11.082	0,84%
11	Des-12	11.175	-28,98%
12	Jan-13	7.937	-0,87%
13	Feb-13	7.868	
Rata-rata			1,43%

Tabel 4.33 Prediksi Jumlah Penumpang Angkutan Udara Rute Internasional di Bandar Udara Ahmad Yani Semarang

n	Bulan	Jumlah Penumpang
0	Feb-13	7.868
36	Feb-16	13.108
48	Feb-17	15.540
60	Feb-27	85.187

Rekapitulasi Hasil Prediksi Jumlah Penumpang

Tabel 4.34 Rekapitulasi Jumlah Penumpang Domestik

Tahun	Jumlah Penumpang			
	Metode Regresi Linier berganda		Metode Analisis Shift Share	Metode Angka Pertumbuhan
	Harga Konstan	Harga Berlaku		
2013	190.468	2.846.903	1.462.262	3.496.216
2017	447.465	5.371.920	1.806.059	7.483.264
2027	1.680.602	21.084.366	3.300.727	50.156.009

Jumlah penumpang tahunan pada tahun rencana didistribusikan ke setiap rute berdasarkan prosentase pangsa pasar dari Grafik 4.1 dan Grafik 4.2. Dengan *load factor* penerbangan domestik mengacu pada hasil studi *Japan International Corporation Agency* (JICA), yaitu sekitar 70% dan *load factor* penerbangan internasional dari hasil observasi lapangan sebesar 80,1%. Dari faktor tersebut dapat diperkirakan jumlah pergerakan pesawat.

Analisis Penumpang Hari Rencana

Berdasarkan rasio bulan sibuk di atas maka dapat ditentukan nilai rasio hari rencana dengan mengasumsikan rasio rata-rata hari dalam satu bulan adalah 1/30,5. Jadi nilai rasio hari rencana adalah :

- Untuk penumpang harian = $1/30,5 \times 1/10,410 = 1/291$
- Untuk pergerakan pesawat = $1/30,5 \times 1/10,552 = 1/29$

Analisis Pergerakan Pesawat dan Jumlah Penumpang Pada Jam Sibuk

Dalam memperkirakan pergerakan pesawat harian (*Daily Aircraft Movement*), didasarkan dari hasil studi yang dilakukan oleh JICA (*Japan International Cooperation Agency*) dengan menghasilkan persamaan sebagai berikut:

$$Cp = \frac{1,38}{\sqrt{Md}}$$

Keterangan :

Cp : Koefisien jam sibuk

Md : gerakan pesawat harian (<200)

Maka koefisien jam sibuk untuk tahun-tahun rencana adalah sebagai

berikut :

Koefisien Jam Sibuk (Cp) Rute Penerbangan Domestik

$$C_p(2013) = \frac{1,38}{\sqrt{Md}} = \frac{1,38}{\sqrt{25792/365}} = 0,1521$$

$$C_p(2017) = \frac{1,38}{\sqrt{Md}} = \frac{1,38}{\sqrt{68016/365}} = 0,1172$$

$$C_p(2027) = \frac{1,38}{\sqrt{Md}} = \frac{1,38}{\sqrt{455156/365}} = 0,0591$$

Tabel 4.44 Jumlah Penumpang dan Gerakan Pesawat pada Jam Sibuk (Domestik)

Tahun	Keterangan	Total
2013	Tahunan	30.056
	Bulan Sibuk	2.848
	Hari Rencana	93
	Jam Sibuk	14
2017	Tahunan	50.596
	Bulan Sibuk	4.794
	Hari Rencana	157
	Jam Sibuk	19
2027	Tahunan	198.848
	Bulan Sibuk	18.843
	Hari Rencana	618
	Jam Sibuk	37

Tabel 4.45 Jumlah Penumpang dan Gerakan Pesawat pada Jam Sibuk (Internasional)

Tahun	Keterangan	Total
2013	Tahunan	104
	Bulan Sibuk	12
	Hari Rencana	1
	Jam Sibuk	1
2017	Tahunan	104
	Bulan Sibuk	12
	Hari Rencana	1
	Jam Sibuk	1
2027	Tahunan	572
	Bulan Sibuk	67
	Hari Rencana	1
	Jam Sibuk	1

ANALISIS KAPASITAS AIR SIDE

Runway

Kondisi Eksisting (2013)

Kategori pesawat digolongkan berdasarkan kecepatan pendaratan.

Perhitungan kapasitas *runway* dilakukan dengan melihat jumlah pergerakan pesawat pada jam sibuk tahun 2013. Jumlah pergerakan pesawat pada jam sibuk tahun 2013 dapat ditampilkan pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Campuran Pesawat Pada Jam Sibuk Tahun 2013

Jenis Pesawat	Jumlah Pergerakan Per Jam Sibuk	Landing Speed (Knot)	Waktu Pemakaian Runway (detik)	Kategori Pesawat
A320	3	138	177	C
ATR72	3	110	142	B
MA60	0	102	140	B
B732	2	129	150	C
B733	0	135	164	C
B738	3	142	194	D
B739	4	141	196	D

Waktu pemakaian *runway* (R_i) dan kecepatan pendekatan (*approach speed*) merupakan nilai rata-rata tiap kategori pesawat. Sementara prosentase campuran kedatangan dan keberangkatan ditentukan dari jumlah pergerakan pesawat pada jam puncak. Kecepatan pendekatan (*approach speed*) dan kategori pesawat dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Kecepatan Pendekatan dan Kategori Pesawat Tahun 2013

Kategori Pesawat	Kecepatan Pendekatan (<i>Approach speed</i>) (Knot)
B	110
C	134
D	141

Tabel 5.5 Probabilitas Campuran Pesawat Pada Jam Sibuk Tahun 2013

Kategori Pesawat	Probabilitas Campuran Pesawat
B	20%
C	33%
D	47%

1. Kedatangan Saja

Langkah pertama yang harus dilakukan yaitu menghitung kapasitas *runway* dengan menganggap bahwa *runway* akan melayani pesawat yang datang saja (*arrivals only*) dengan cara-cara yang telah dijelaskan pada Bab II Tinjauan Pustaka.

a. Keadaan Bebas Kesalahan

Dari pengamatan pada survey data primer, diketahui rata-rata pemisahan minimum di antara pesawat yang dibutuhkan di ruang angkasa di dekat landasan (δ_{ij}) adalah 3 nmi dan jalur pintu masuk ke landasan rata-rata (γ) sebesar 8 nmi.

- Keadaan Merapat

Merupakan keadaan di mana kecepatan pesawat di depan (*leading*, V_i) lebih lambat daripada pesawat yang di belakang (*trailing*, V_j).

$$T_{ij} = T_j - T_i = \frac{\delta_{ij}}{V_j}$$

- Untuk pesawat kategori C di depan pesawat kategori D, maka

$\delta_{CD} = 3$ nm, $V_C = 134$ knot dan $V_D = 141$ knot, didapat

$$T_{CD} = \frac{3}{141} (3600) = 76,596 \text{ detik.}$$

$$T_{BC} = \frac{3}{134} (3600) = 80,597 \text{ detik.}$$

$$T_{BD} = \frac{3}{141} (3600) = 76,596 \text{ detik.}$$

- Keadaan merenggang

Merupakan keadaan dimana kecepatan pesawat di depan (*leading*, V_i) lebih cepat daripada kecepatan pesawat yang ada di belakang (*trailing*, V_j).

$$T_{ij} = T_j - T_i = \frac{\delta_{ij}}{V_i} + \gamma \left(\frac{1}{V_j} - \frac{1}{V_i} \right)$$

- Untuk pesawat kategori D di depan pesawat kategori C, maka

$\delta_{DC} = 3$ nm, $\gamma = 8$ nm, $V_C = 134$ knot dan $V_D = 141$ knot, didapat:

$$T_{DC} = \frac{3}{141} (3600) + 8 \left(\frac{1}{134} - \frac{1}{141} \right) (3600)$$

$$T_{DC} = 87,266 \text{ detik}$$

$$T_{DB} = \frac{3}{141} (3600) + 8 \left(\frac{1}{110} - \frac{1}{141} \right) (3600)$$

$$T_{DB} = 134,159 \text{ detik}$$

$$T_{CB} = \frac{3}{134} (3600) + 8 \left(\frac{1}{110} - \frac{1}{134} \right) (3600)$$

$$T_{CB} = 127,490 \text{ detik}$$

- Keadaan sama besar

Merupakan keadaan dimana kecepatan pesawat di depan i dan di belakang j sama besar.

- Untuk pesawat kategori B di depan pesawat kategori B, maka

$\delta_{BB} = 3$ nm, $V_B = 110$ knot dan $V_B = 110$ knot, didapat

$$T_{BB} = \frac{3}{110} (3600) = 98,182 \text{ detik.}$$

$$T_{CC} = \frac{3}{134} (3600) = 80,597 \text{ detik.}$$

$$T_{DD} = \frac{3}{141} (3600) = 76,596 \text{ detik.}$$

Apabila hasil-hasilnya ditabulasi dalam sebuah matriks bebas kesalahan [M_{ij}], maka akan dihasilkan pemisahan waktu minimum di ambang *runway* untuk semua keadaan pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Matriks Bebas Kesalahan [M_{ij}] Tahun 2013

		Leading (i)		
		B	C	D
Trailing (j)	B	111,3 detik	146,9 detik	168,3 detik
	C	90,0 detik	90,0 detik	111,4 detik
	D	77,1 detik	77,1 detik	77,1 detik

Sementara prosentase kombinasi [P_{ij}] yang terjadi dalam campuran dapat dilihat pada matriks prosentase pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Matriks Prosentase Campuran Pesawat [P_{ij}] Tahun 2013

		Leading (i)		
		B	C	D
Trailing (j)	B	2,37%	3,55%	9,47%
	C	3,55%	5,33%	14,20%
	D	9,47%	14,20%	37,87%

$$E[T_{ij}] = \sum p_{ij} M_{ij} = \sum p_{ij} T_{ij}$$

$$E[T_{ij}] = 88,584 \text{ detik}$$

Dengan demikian kapasitas *runway* untuk melayani kedatangan saja yang didapat dari Persamaan 2-13 akan menghasilkan:

$$C = \frac{1}{E[T_{ij}]}$$

$$C = \frac{1}{88,584} (3600) = 40,639 \text{ operasi/jam} \approx 41 \text{ operasi/jam}$$

a. Keadaan Kesalahan Posisi

Dengan menganggap bahwa terdapat kesalahan posisi (σ_0) pada jadwal penerbangan sebesar 20 detik yang didistribusikan secara normal, dan probabilitas pelanggaran aturan pisah minimum untuk jarak kedatangan yang diperbolehkan adalah 10 persen. Dengan probabilitas pelanggaran sebesar 10 persen, nilai q_v dapat dicari dari tabel statistik yaitu sebesar 1,28.

- Keadaan merapat

Pada keadaan ini besarnya penyangga tidak tergantung pada kecepatan. Pada keadaan di mana kecepatan pesawat di depan (*leading*, V_i) lebih lambat daripada pesawat yang di belakang (*trailing*, V_j).

$$B_{ij} = \sigma_0 q_v$$

$$B_{ij} = B_{BC} = B_{BD} = B_{CD} = 20(1,28) = 25,6 \text{ detik}$$

- Keadaan merenggang

Keadaan di mana pesawat yang ada di depan (*leading*, V_i) lebih cepat dari yang di belakangnya (*trailing*, V_j).

$$B_{ij} = \sigma_0 q_v - \delta_{ij} \left(\frac{1}{V_j} - \frac{1}{V_i} \right)$$

- Untuk pesawat kategori D di depan pesawat kategori C, maka

$\delta_{DC} = 3$ nm $V_D = 141$ knot dan $V_C = 134$ knot, didapat:

$$B_{DC} = 20 (1,28) - 3 \left(\frac{1}{134} - \frac{1}{141} \right) (3600)$$

$$B_{DC} = 21,599 \text{ detik}$$

$$B_{DB} = 20 (1,28) - 3 \left(\frac{1}{110} - \frac{1}{141} \right) (3600)$$

$$B_{DB} = 4,014 \text{ detik}$$

$$B_{CB} = 20 (1,28) - 3 \left(\frac{1}{110} - \frac{1}{134} \right) (3600)$$

$$B_{CB} = 8,015 \text{ detik}$$

- Keadaan Sama Besar

Merupakan keadaan dimana kecepatan pesawat di depan i dan di belakang j sama besar. Dari kedua persamaan kesalahan posisi akan didapat nilainya adalah 25,6 detik

Nilai-nilai sanggah tersebut kemudian diringkaskan ke dalam sebuah matriks nilai sanggah [B_{ij}] pada Tabel 5.8:

Tabel 5.8 Matriks Nilai Sanggah [B_{ij}] Tahun 2013

		Leading (i)		
		B	C	D
Trailing (j)	B	25,6 detik	8,015 detik	4,014 detik
	C	25,6 detik	25,6 detik	21,599 detik
	D	25,6 detik	25,6 detik	25,6 detik

Dengan menggabungkan matriks bebas kesalahan [M_{ij}] dan matriks nilai sanggah [B_{ij}], dihasilkan jarak waktu antar kedatangan sebenarnya di ambang *runway*, maka didapat matriks [$M_{ij} + B_{ij}$] pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Matriks [$M_{ij} + B_{ij}$] Tahun 2013

		Leading (i)		
		B	C	D
Trailing (j)	B	123,782 detik	135,505 detik	138,173 detik
	C	106,197 detik	106,197 detik	108,865 detik
	D	102,196 detik	102,196 detik	102,196 detik

Apabila ini digabungkan dengan prosentase campuran pesawat $[P_{ij}]$ pada Tabel 5.7, waktu antar kedatangan rata-rata adalah

$$E[T_{ij}] = \sum p_{ij}([M_{ij}] + [B_{ij}]) = \sum p_{ij}T_{ij}$$

$$E[T_{ij}] = 110,374 \text{ detik}$$

Dengan demikian kapasitas sistem *runway* untuk melayani kedatangan saja yang didapat dari Persamaan 2-13 akan menghasilkan:

$$C = \frac{1}{E[T_{ij}]}$$

$$C = \frac{1}{110,374} (3600) = 32,616 \text{ operasi/jam} \approx 33 \text{ operasi/jam}$$

2. Keberangkatan Saja

Langkah berikutnya yaitu dengan menganggap bahwa *runway* akan melayani pesawat yang berangkat saja (*departures only*) dengan cara-cara yang telah dijelaskan pada Bab II Tinjauan Pustaka.

Jarak pisah minimum antar keberangkatan didapatkan sebesar 120 detik (*Sumber: Menara ATC Bandara Internasional Ahmad Yani Semarang*). Matriks prosentase campuran pesawat $[P_{ij}]$ yang terjadi dapat dilihat pada matriks prosentase pada Tabel 5.7.

Berdasarkan Persamaan 2-28 pada Bab II Tinjauan Pustaka, dapat dihitung besar waktu pelayanan antar keberangkatan di ambang *runway* $E(t_d)$ adalah sebagai berikut:

$$E[T_{td}] = \sum [p_{ij}][t_{dij}]$$

$$E[T_{td}] = 120 \text{ detik}$$

Jadi, kapasitas *runway* yang hanya melayani keberangkatan saja diperoleh dari rumus pada Persamaan 2-29 yaitu:

$$C = \frac{1}{E[T_{ij}]}$$

$$C = \frac{1}{120} (3600) = 30 \text{ operasi/jam}$$

3. Operasi Campuran

Langkah terakhir dalam menentukan kapasitas *runway* yaitu dengan menemukan kemungkinan dilakukannya operasi keberangkatan (*departure*) di antara dua kedatangan (*arrivals*). Pergerakan pesawat di *runway* harus mengutamakan pesawat yang akan mendarat (*arrivals*) karena apabila terjadi *delay* 30 menit, maka pesawat yang akan mendarat tersebut akan dialihkan ke bandara terdekat.

Waktu pemakaian *runway* rata-rata $E[R_i]$, merupakan jumlah perkalian dari probabilitas campuran pesawat pada jam sibuk dengan rata-rata waktu pemakaian *runway* tiap kategori pesawat

$$E[R_i] = 0,20(142) + 0,33(166) + 0,47(195) = 174,830 \text{ detik}$$

Waktu yang diharapkan pesawat yang datang untuk menempuh jarak 2 mil terakhir ke ambang *runway* adalah :

$$E\left[\frac{\delta_d}{V_j}\right] = \left[0,20\left(\frac{2}{110}\right) + 0,33\left(\frac{2}{134}\right) + 0,47\left(\frac{2}{141}\right)\right] (3600)$$

$$E\left[\frac{\delta_d}{V_j}\right] = 54,822 \text{ detik}$$

$$E(t_d) = 120 \text{ detik}$$

$$E[B_{ij}] = B_{BC} = B_{BD} = B_{CD} = 20(1,28) = 25,6 \text{ detik}$$

Oleh sebab itu, waktu antar kedatangan yang dibutuhkan untuk melakukan satu keberangkatan di antara 2 kedatangan diberikan oleh Persamaan 2.26 dengan ada penambahan faktor kesalahan, dan dihasilkan :

$$E[T_{ij}] > E[R_i] + E\left[\frac{\delta_{ij}}{V_j}\right] + E[B_{ij}] + (n-1)E[T_d]$$

$$E[T_{ij}] > 174,830 + 54,822 + 25,6 + (1-1)120$$

$$E[T_{ij}] > 251,442 \text{ detik}$$

Karena waktu antar kedatangan sebenarnya (pada saat terjadi kesalahan posisi) adalah 110,374 detik, satu keberangkatan adalah 120 detik, maka tidak dapat dilakukan satu keberangkatan di antara dua kedatangan. Dalam setiap keadaan, jarak antar kedatangan minimum adalah lebih kecil dari 251,442 detik dan oleh karena itu satu keberangkatan tidak akan pernah dapat dilakukan di antara dua kedatangan. kapasitas *runway* kondisi eksisting untuk operasi campuran dihitung menggunakan rumus berikut :

$$C = \frac{1}{E[T_{ij}]}$$

$$C = \frac{1}{251,442} (3600) = 14,317 \text{ operasi/jam} \approx 15 \text{ operasi/jam}$$

Kondisi Pengembangan Tahap Pertama (2017)

Dari prediksi pergerakan penumpang pada tahun 2017 diperoleh campuran pesawat pada jam sibuk seperti pada Tabel 5.11. Dengan adanya pengembangan tahap pertama yang meliputi penambahan *taxiway*, mengasumsi bahwa waktu pemakaian *runway* akan menjadi lebih cepat dari kondisi eksisting.

Tabel 5.11 Campuran Pesawat Pada Jam Sibuk Tahun 2017

Jenis Pesawat	Jumlah Pergerakan Per Jam Sibuk	Landing Speed (Knot)	Waktu Pemakaian Runway (detik)	Kategori Pesawat
A320	2	138	40	C
ATR72	4	110	45	B
MA60	1	102	45	B
B738	6	142	35	D
B739	6	141	35	D
CRJ1000	1	135	40	C
E190	0	123	40	C
Total	20			

Tabel 5.12 Kecepatan Pendekatan dan Kategori Pesawat Tahun 2017

Kategori Pesawat	Kecepatan Pendekatan (<i>Approach speed</i>) (Knot)
B	108
C	137
D	142

Tabel 5.13 Probabilitas Campuran Pesawat Pada Jam Sibuk Tahun 2017

Kategori Pesawat	Probabilitas Campuran Pesawat
B	25%
C	15%
D	60%

1. Kedatangan Saja

Pada kondisi pengembangan tahap pertama, perhitungan yang digunakan sama hanya saja prosentase dan approach speed pada pesawat berbeda.

a. Keadaan Bebas Kesalahan

Kapasitas sistem *runway* untuk melayani kedatangan saja pada kondisi pengembangan tahap pertama yaitu :

$$C = \frac{1}{E[T_{ij}]}$$

$$C = \frac{1}{90,184} (3600) = 39,918 \text{ operasi/jam} \approx 40 \text{ operasi/jam}$$

b. Keadaan Kesalahan Posisi

Kapasitas sistem *runway* untuk melayani kedatangan saja apabila terdapat kesalahan posisi pada kondisi pengembangan tahap pertama yaitu :

$$C = \frac{1}{E[T_{ij}]}$$

$$C = \frac{1}{111,149} (3600) = 32,389 \text{ operasi/jam} \approx 33 \text{ operasi/jam}$$

2. Keberangkatan Saja

Kapasitas sistem *runway* untuk melayani keberangkatan saja pada kondisi pengembangan tahap pertama yaitu :

$$C = \frac{1}{E[T_{ij}]}$$

$$C = \frac{1}{120} (3600) = 30 \text{ operasi/jam}$$

3. Operasi Campuran

Waktu antar kedatangan yang dibutuhkan untuk melakukan satu keberangkatan di antara 2 kedatangan diberikan oleh Persamaan 2.26 dengan ada penambahan faktor kesalahan, dan dihasilkan :

$$E[T_{ij}] > E[R_i] + E\left[\frac{\delta_{ij}}{V_j}\right] + E[B_{ij}] + (n-1)E[T_d]$$

$$E[T_{ij}] > 38,250 + 54,972 + 25,6 + (1-1)120$$

$$E[T_{ij}] > 118,822 \text{ detik}$$

Karena waktu antar kedatangan sebenarnya (pada saat terjadi kesalahan posisi) adalah 111,149 detik, satu keberangkatan adalah 120 detik, maka tidak dapat dilakukan di antara dua kedatangan. Dalam setiap keadaan, jarak antar kedatangan minimum adalah lebih kecil dari 118,822 detik dan oleh karena itu satu keberangkatan tidak akan pernah dapat dilakukan di antara dua kedatangan. kapasitas *runway* kondisi eksisting untuk operasi campuran dihitung menggunakan rumus berikut :

$$C = \frac{1}{E[T_{ij}]}$$

$$C = \frac{1}{118,822} (3600) = 30,297 \text{ operasi/jam} \approx 31 \text{ operasi/jam}$$

Kondisi Pengembangan Tahap Kedua (2027)

Dari prediksi pergerakan penumpang pada tahun 2027 diperoleh campuran pesawat pada jam sibuk seperti pada Tabel 5.19. Dengan adanya pengembangan tahap pertama yang meliputi penambahan *taxiway*, mengasumsikan bahwa waktu pemakaian *runway* akan menjadi lebih cepat dari kondisi eksisting.

Tabel 5.19 Campuran Pesawat Pada Jam Sibuk Tahun 2027

Jenis Pesawat	Jumlah Pergerakan Per Jam Sibuk	Landing Speed (Knot)	Waktu Pemakaian Runway (detik)	Kategori Pesawat
A320	3	138	40	C
ATR72	8	110	45	B
MA60	2	102	45	B
B738	11	142	35	D
B739	12	141	35	D
CRJ1000	1	135	40	C
E190	1	123	40	C
Total	38			

Tabel 5.20 Kecepatan Pendekatan dan Kategori Pesawat Tahun 2027

Kategori Pesawat	Kecepatan Pendekatan (Approach speed) (Knot)
B	108
C	134
D	142

Tabel 5.21 Probabilitas Campuran Pesawat Pada Jam Sibuk Tahun 2027

Kategori Pesawat	Probabilitas Campuran Pesawat
B	26%
C	13%
D	61%

1. Kedatangan Saja

Pada kondisi pengembangan tahap kedua, perhitungan yang digunakan sama hanya saja prosentase dan approach speed pada pesawat berbeda.

a. Keadaan Bebas Kesalahan

Kapasitas sistem *runway* untuk melayani kedatangan saja pada kondisi pengembangan tahap kedua yaitu :

$$C = \frac{1}{E[T_{ij}]}$$

$$C = \frac{1}{90,894} (3600) = 39,606 \text{ operasi/jam} \approx 40 \text{ operasi/jam}$$

b. Keadaan Kesalahan Posisi

Kapasitas sistem *runway* untuk melayani kedatangan saja apabila terdapat kesalahan posisi pada kondisi pengembangan tahap kedua yaitu :

$$C = \frac{1}{E[T_{ij}]}$$

$$C = \frac{1}{111,681} (3600) = 32,234 \text{ operasi/jam} \approx 33 \text{ operasi/jam}$$

1. Keberangkatan Saja

Kapasitas sistem *runway* untuk melayani keberangkatan saja pada kondisi pengembangan tahap kedua yaitu :

$$C = \frac{1}{E[T_{ij}]}$$

$$C = \frac{1}{120} (3600) = 30 \text{ operasi/jam}$$

2. Operasi Campuran

Waktu antar kedatangan yang dibutuhkan untuk melakukan satu keberangkatan di antara 2 kedatangan diberikan oleh Persamaan 2.26 dengan ada penambahan faktor kesalahan, dan dihasilkan :

$$E[T_{ij}] > E[R_i] + E\left[\frac{\delta_{ij}}{V_j}\right] + E[B_{ij}] + (n-1)E[T_d]$$

$$E[T_{ij}] > 38,250 + 55,248 + 25,6 + (1-1)120$$

$$E[T_{ij}] > 119,098 \text{ detik}$$

Karena waktu antar kedatangan sebenarnya (pada saat terjadi kesalahan posisi) adalah 111,681 detik, satu keberangkatan adalah 120 detik, maka tidak dapat dilakukan di antara dua kedatangan. Dalam setiap keadaan, jarak antar kedatangan minimum adalah lebih kecil dari 119,098 detik dan oleh karena itu satu keberangkatan tidak akan pernah dapat dilakukan di antara dua kedatangan. kapasitas *runway* kondisi eksisting untuk operasi campuran dihitung menggunakan rumus berikut :

$$C = \frac{1}{E[T_{ij}]}$$

$$C = \frac{1}{119,098} (3600) = 30,227 \text{ operasi/jam} \approx 31 \text{ operasi/jam}$$

Taxiway

Sebelum menganalisis kapasitas *taxiway* terlebih dahulu, maka diperlukan klasifikasi pesawat yang kan disajikan pada Tabel 5.27.

Tabel 5.27 Aircraft Classification

Aircraft Class	Max. Cert. T. O. might (lbs)	Number Engines	Wake Turbulence Classification
A	12.500 or less	Single	Small (S)
B		Multi	
C	12.500 – 300.000	Multi	Large (L)
D	Over 300.000	Multi	Heavy (H)

Sumber : FAA

Kondisi Eksisting

Perhitungan kapasitas landas hubung (*taxiway*) dilakukan dengan melihat jumlah pergerakan pesawat pada jam sibuk tahun 2013, dan juga kapasitas *runway* yang dapat menampung pada kondisi eksisting sebanyak 15 pesawat pada subbab sebelumnya. Adapun pembagian klasifikasi berat pesawat yang terdapat pada Bandara Ahmad Yani Semarang akan disajikan pada Tabel 5.28.

Tabel 5.28 Pembagian Klasifikasi Pesawat Berdasarkan Berat Pesawat Tahun 2013

Jenis Pesawat	Berat Pesawat (lbs)	Kelas Pesawat
A320	166.445	C
ATR72	49.604	C
MA60	48.028	C
B732	129.500	C
B733	138.500	C
B738	174.200	C
B739	174.200	C

Dengan melihat Tabel 5.28 kelas pesawat yang terdapat di Bandara Ahmad Yani Semarang masuk pada kelas pesawat C semuanya, sehingga untuk menentukan kapasitas landas hubung (*taxiway*) dapat menentukan *Mix Index* terlebih dahulu dengan rumus :

$$MI = C + 3D$$

Dimana :

C = persentase pesawat kelas C

D = persentase pesawat kelas D

Maka didapat hasil

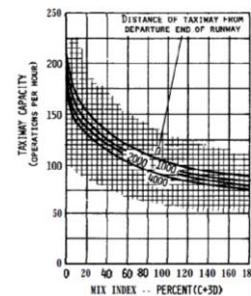
$$MI = C + 3D$$

$$MI = 100\% + 3(0)$$

$$MI = 100\%$$

Kemudian untuk menentukan kapasitas landas hubung (*taxiway*) menggunakan grafik yang telah disediakan FAA.

Figure 5-55a RUNWAY OPERATIONS RATE
0 TO 35 OPERATIONS PER HOUR



Kondisi Pengembangan Tahap Pertama dan Kedua

Dalam pengembangan tahap pertama dan kedua data pesawat yang ada sama dan dengan cara yang sama, maka akan didapat hasil rekapitulasi sebagai berikut :

Rekapitulasi Kapasitas Taxiway Sampai Tahun Rencana

Tahun	Taxiway	Kapasitas Taxiway (Operasi/Jam)	
		Lepas Landas dari RW13	Lepas Landas dari RW31
2013	Eksisting	75-90	104
2017	C	100	75-90
	D	98	75-90
2027	A	105	75-90
	B	100	75-90
	C	98	75-90
	D	75-90	95
	E	75-90	105

Apron

Adapun data yang dibutuhkan dalam penentuan kapasitas *apron* antara lain dimensi pesawat, *wing tips clearance*, *gate occupancy time* dan jarak bebas antar pesawat di *apron*.

Tabel 5.38 Wing Tips Clearance Pesawat Terbang

Kode Huruf	Bentang Sayap (m)	Clearance (m)
A	<15	3,0
B	15-24	3,0
C	24-36	4,5
D	36-52	7,5
E	52-60	7,5

Sumber: FAA, 2010

Kondisi Eksisting

Dalam menentukan jumlah *gate* pada suatu *apron* diperlukan beberapa faktor yaitu volume desain untuk kedatangan/keberangkatan, waktu penggunaan *gate* dan faktor utilitas. Selain itu adanya penentuan *wing tips clearance* sesuai dengan lebar pesawat. Adapun rata-rata *gate occupancy time* berdasarkan Tabel 5.1 dan Tabel 5.40 akan disajikan pada Tabel 5.41

Tabel 5.41 Rata-Rata *Gate occupancy time* Tahun 2013

Jenis Pesawat	<i>Time Occupancy</i> (menit)
A320	23
ATR72	17
MA60	16
B732	22
B733	22
B738	20
B739	23
Rata-rata	14,3

Pada bandara Ahmad Yani Semarang *gate* digunakan bersama-sama baik pesawat kecil maupun besar sehingga faktor utilitas (U) = 0,6 – 0,8, untuk rata-rata *gate occupancy time* sesuai dengan Tabel 5.41 (T) = 14,3 menit dan untuk jumlah pesawat campuran pada jam sibuk sesuai pada Tabel 5.1 (V) = 15 operasi/jam.

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

$$G = \frac{15 \cdot 14,3/60}{0,6}$$

$$G = 5,96 \approx 6 \text{ buah}$$

Konsep *apron* yang digunakan di Bandara Ahmad Yani adalah konsep linier dimana posisi pesawat sejajar berderet. Konfigurasi yang digunakan adalah *nose in* dimana pesawat diparkir tegak lurus gedung terminal dan bagian depan pesawat berhadapan langsung serta berjarak dekat dengan gedung terminal. Pesawat yang akan dipakai sebagai pesawat rencana atau acuan adalah pesawat Boeing 737-900 (B737-900) atau Boeing 737-800 (B737-800), hal ini dikarenakan pesawat B737-900 / B737-800 mempunyai dimensi pesawat yang lebih besar dibanding pesawat yang lain yang berada di Bandara Ahmad Yani Semarang (lihat Tabel 5.27).

Tabel 5.42 Karakteristik Ukuran Pesawat B737-900

Tipe Pesawat	Bentang Sayap (m)	Panjang Badan (m)
B737-900	34,31	39,47

Data teknis yang akan digunakan dalam menghitung luas *apron* yaitu jumlah *gate* yang telah dihitung pada subbab sebelumnya yaitu 6 buah, *clearence* pada Tabel 5.38 yaitu 4,5 m, dan juga karakteristik pesawat rencana (B737-900) pada Tabel 5.42.

Tabel 5.43 Pembagian Pesawat

Jenis Pesawat	Kode Huruf	<i>Clearence</i> (m)
A320	C	4,5
ATR72	C	
MA60	C	
B732	C	
B733	C	
B735	C	
B738	C	
B739	C	
CRJ1000	C	
E190	C	

Panjang *Apron*

$$P = G \cdot W + (G-1) \cdot C + 2 \cdot P_b$$

$$P = 6 \cdot 34,31 + (6-1) \cdot 4,5 + 2 \cdot 39,47$$

$$P = 307,3 \text{ m}$$

Lebar *Apron*

$$l = P_b + W + C_b + C_w$$

$$l = 39,47 + 34,31 + 15 + 10$$

$$l = 98,78 \text{ m}$$

sehingga luas *apron* didapat:

$$L = 98,78 \times 307,3$$

$$L = 30.355,09 \text{ m}^2$$

Kondisi Pengembangan Tahap Pertama dan Kedua

Untuk rata-rata *gate occupancy* pengembangan tahap pertama dan kedua.

Tabel 5.44 Rata-Rata *Gate occupancy time*

Jenis Pesawat	<i>Time Occupancy</i> (menit)
A320	23
ATR72	17
MA60	16
B738	20
B739	23
CRJ1000	20
E190	18
Rata-rata	17,1

Dalam pengembangan tahap pertama dan kedua data pesawat yang ada sama dan dengan cara yang sama, maka akan didapat hasil rekapitulasi sebagai berikut :

Rekapitulasi Kapasitas Taxiway Sampai Tahun Rencana

Tahun	Hasil Perhitungan	
	Jumlah Gate	Luas Apron (m ²)
2013	6	30.355,09
2017	10	45.689,70
2027	18	72.657,63

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dalam analisis ini yaitu sebagai berikut

- Hasil analisis pada Bandar Udara Ahmad Yani kondisi saat ini (tahun 2013) adalah sebagai berikut.
 - Jumlah lalu lintas udara = 15 op/jam
 - Jumlah *gate* yang dibutuhkan = 6 gate
 - Luas *apron* yang dibutuhkan = 30.355,09 m²
 - Kapasitas *runway* = 15 op/jam
 - Kapasitas *taxiway* = 75-90 op /jam
 - Kapasitas *apron*:

- ✓ Jumlah *gate* = 6 gate
- ✓ Luas *apron* = 29.032 m²

Dari hasil di atas dapat disimpulkan bahwa kapasitas *runway* dan *taxiway* masih mampu melayani lalu lintas udara pada jam sibuk. Pada kapasitas *apron* komponen jumlah *gate* masih mencukupi kebutuhan, namun luas *apron* masih belum memenuhi luas yang dibutuhkan.

- Hasil analisis pada Bandar Udara Ahmad Yani pengembangan tahap pertama (tahun 2017) adalah sebagai berikut.

- Jumlah lalu lintas udara = 19 op /jam
- Jumlah *gate* yang dibutuhkan = 10 gate
- Luas *apron* yang dibutuhkan = 45.689,70 m²
- Kapasitas *runway* = 31 op /jam
- Kapasitas *taxiway* = 75-90 op/jam
- Kapasitas *apron*:
- ✓ Jumlah *gate* = 10 gate

✓ Luas *apron* = 61.344 m²

Dari hasil di atas dapat disimpulkan bahwa kapasitas semua komponen sisi udara Bandar Udara Ahmad Yani masih mampu melayani lalu lintas udara pada saat jam sibuk.

• Hasil analisis pada Bandar Udara Ahmad Yani pengembangan tahap pertama (tahun 2017) adalah sebagai berikut.

- Jumlah lalu lintas udara = 37 op /jam
- Jumlah *gate* yang dibutuhkan = 18 *gate*
- Luas *apron* yang dibutuhkan = 72.657,63 m²
- Kapasitas *runway* = 31 op/jam
- Kapasitas *taxiway* = 50-90 op/jam
- Kapasitas *apron*:
 - ✓ Jumlah *gate* = 12 *gate*
 - ✓ Luas *apron* = 78.313 m²

Dari hasil di atas dapat disimpulkan bahwa kapasitas *runway* tidak mampu melayani lalu lintas udara pada jam sibuk dan jumlah *gate* yang tersedia kurang dari jumlah *gate* yang dibutuhkan. Namun untuk *taxiway* dan luas *apron* masih mampu menunjukkan kinerja yang optimal.

SARAN

Dengan melihat hasil analisis maka untuk meningkatkan pelayanan di Bandar Udara Ahmad Yani agar menjadi lebih baik dapat dilakukan dengan beberapa cara sebagai berikut:

1. Untuk mengatasi masalah jumlah pergerakan pesawat saat jam puncak pada tahun 2027 yang melebihi kapasitas *runway*, dapat dilakukan pengaturan jadwal penerbangan dengan memindah beberapa penerbangan pada jam sibuk ke jam-jam tertentu yang masih jarang jumlah penerbangannya.
2. Alternatif lain untuk mengatasi *over capacity* pada *runway* adalah dengan membuat *rapid exit taxiway* sehingga waktu pemakaian *runway* saat pesawat mendarat dapat dikurangi. Dengan berkurangnya waktu pemakaian *runway*, pesawat yang akan lepas landas dapat segera menggunakan *runway*. Hal tersebut dapat meningkatkan jumlah operasi pergerakan pesawat yang menggunakan *runway*.
3. Pengaturan jadwal penerbangan pada jam sibuk sehingga pergerakan pesawat pada jam sibuk dapat dikurangi dapat juga mengurangi kebutuhan jumlah *gate* sehingga *gate* yang tersedia masih cukup untuk melayani pergerakan pesawat. Apabila alternatif tersebut belum mampu mengatasi kekurangan *gate* yang ada, dapat dilakukan penambahan *gate* di Bandar Udara Ahmad Yani Semarang.
4. Adanya wacana kereta cepat Argo Cahaya jurusan Jakarta-Semarang-Surabaya juga perlu menjadi pertimbangan. Kereta ini mampu melaju dengan kecepatan lebih dari 300 km/jam sehingga jarak Jakarta-Semarang dapat ditempuh dengan waktu kurang lebih 1,5 jam. Dengan waktu tempuh yang relatif hampir sama dengan waktu tempuh pesawat untuk rute Jakarta-Semarang ini terdapat kemungkinan permintaan penerbangan untuk rute Jakarta-Semarang akan menurun dan jumlah pergerakan pesawat pada jam sibuk dapat berkurang juga sehingga kapasitas komponen-komponen sisi

udara Bandar Udara Ahmad Yani Semarang masih mampu melayani secara optimal.

5. Untuk prediksi jumlah penumpang pada tahun rencana perlu ada baiknya variabel yang digunakan tidak hanya jumlah penduduk Kota Semarang, namun jumlah penduduk kota-kota di sekitar Kota Semarang, seperti Kabupaten Semarang, Kabupaten Kendal dan Kabupaten Demak perlu diikutsertakan karena penumpang di Bandar Udara Ahmad Yani tidak hanya berasal dari Kota Semarang.

DAFTAR PUSTAKA

- Angkasa Pura I. 2008-2012. *Laporan Bulanan Pergerakan Pesawat dan penumpang*. Semarang : Angkasa Pura I Cabang Bandara Internasional Ahmad Yani Semarang.
- Federal Aviation Association (FAA). 2010. *Airport Capacity and Delay*. United States : Federal Aviation Association (FAA).
- Horonjeff R dan MCKelvey F, 1988. *Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara Jilid I* : Penerbit Erlangga, Jakarta
- Horonjeff R dan MCKelvey F, 1988. *Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara Jilid II* : Penerbit Erlangga, Jakarta
- Basuki, Heru Ir. 1985. *Merancang dan Merencana Lapangan Terbang*. Bandung: PT Alumni
- Kiswari. 1994. *Perencanaan Pengembangan Apron Dan Gedung Terminal Bandar Udara Juanda Surabaya Hingga 2013*. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS
- Susetyo, Arief. 2006. *Studi Dan Perencanaan Penambahan Runway Di Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya*. Surabaya : Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS
- Daniel, Herckia Pratama dan Jennie Kusumaningrum, ST. MT. 2006. *Perencanaan Runway, Taxiway Dan Apron Untuk Pesawat Tipe B 737-900 Er Pada Bandara Sultan Babullah – Ternate*. Jakarta : Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Gunadarma
- Anonim. 2005. *Persyaratan Teknis Pengoperasian Fasilitas Teknik Bandar Udara*. : Dinas Perhubungan SKEP 77-VI
- Anonim. 2005. *737 Airplane Characteristics for Airport Planning* : Boeing Commercial Airplanes
- Anonim. 2012. *Airbus Aircraft Characteristics Airport And Maintenance Planning*. France : Airbus S.A.S.
- Anonim. 2011. *Embraer Airport Planning manual*. Brasil : Embraer S.A.