



TUGAS AKHIR – RC14-1501

**STUDI PEMILIHAN MODA AKSES ANTAR
TERMINAL BANDAR UDARA JUANDA**

SABILA DESVI
NRP 3111 100 013

Dosen Pembimbing
Ir. Ervina Ahyudanari, ME, Ph.D

JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2015



FINAL PROJECT – RC14-1501

**STUDY THE SELECTION OF ACCESS MODE
BETWEEN TERMINALS IN JUANDA
INTERNATIONAL AIRPORT**

SABILA DESVI
NRP 3111 100 013

Supervisor
Ir. Ervina Ahyudanari, ME, Ph.D

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2015

**STUDI PEMILIHAN MODA AKSES ANTAR
TERMINAL BANDAR UDARA JUANDA**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Bidang Studi Transportasi
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Oleh :
SABILA DESVI
NRP. 3111 100 013

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing



Ir. Ervina Ahyudanari, ME, Ph.D
(NIP. 196902241995122001)

SURABAYA, JULI 2015

STUDI PEMILIHAN MODA AKSES ANTAR TERMINAL BANDAR UDARA JUANDA

Nama : Sabila Desvi

NRP : 3111100013

Jurusan : Teknik Sipil FTSP - ITS

Dosen Pembimbing : Ir. Ervina Ahyudanari, ME, PhD.

Abstrak

Bandara Juanda sudah memiliki dua gedung terminal yaitu gedung terminal satu dan gedung terminal dua. Kedua gedung terminal ini dipisahkan oleh Runway sehingga tidak memungkinkan adanya penghubung dalam jarak dekat. Moda akses yang tersedia di Bandara Juanda saat ini adalah shuttle bus yang belum memiliki jalur khusus sehingga ada kemungkinan untuk terjebak kemacetan. Untuk mendapatkan moda akses yang paling sesuai dengan kondisi Bandara Juanda memerlukan studi alternatif mode akses antar terminal. Moda akses yang ditinjau adalah Shuttle bus dan Automated Guided System (AGT) rute dalam. Data yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah data kinerja rute dan operasional shuttle bus eksisting, data jumlah penumpang transit harian dan data jadwal keberangkatan pesawat. Data yang diperoleh tersebut digunakan untuk analisis karakteristik operasional moda yang kemudian dinilai keefektifan pelayanannya menggunakan standar dari Dirjen Perhubungan no. 687/AJ.206/DRJD/2002 dan Dirjen Perhubungan Darat 1999. Selain mengevaluasi keefektifan pelayanan, dievaluasi juga berdasarkan biaya investasi. Dari hasil evaluasi keefektifan pelayanan, shuttle bus rute dalam memiliki bobot 21 dan AGT memiliki bobot 22. Sedangkan dari segi biaya investasi shuttle

bus memerlukan biaya sekitar Rp 1,8M dan AGT memerlukan biaya sekitar Rp 400,8 M. Untuk kondisi saat ini, moda bus adalah yang paling sesuai dengan catatan frekuensi dan jadwal yang tersedia. Untuk investasi AGT akan menguntungkan apabila diperkirakan ada 12 penumpang transit perhari yang terlambat akibat lemahnya transit fasilitas bandara.

Kata Kunci: Shuttle Bus, AGT, Transportasi Antar Terminal, Bandara.

STUDY THE SELECTION OF ACCESS MODE BETWEEN TERMINALS IN JUANDA INTERNATIONAL AIRPORT

Name : Sabila Desvi
NRP : 3111100013
Department : Civil Engineering FTSP - ITS
Supervisor : Ir. Ervina Ahyudanari, ME, PhD.

ABSTRACT

Juanda Airport already has two terminal buildings which terminal building one and terminal building two. The two buildings are separated by Runway terminal, hence it does not enable for connecting in close quarters. Modes of access are available at this time in Juanda Airport is a shuttle bus. Shuttle bus does not have a special line so it is likely to be a delay.

To gain the mode of access that suits best with the conditions of Juanda Airport, it requires a study of alternative mode of access among the terminals. Mode access that is to be reviewed are Shuttle bus and the Automated Guided System (AGT) routes in. The data used in this final project is a data service of route and operational performance of the existing shuttle bus, data on the number of daily transit passengers and schedule data flight departure. The obtained data will be used for the analysis of the operational characteristics of a mode which is then assessed the effectiveness of its services using standards of the director general of transportation no. 687 / AJ.206 / DRJD / 2002 and the director general of land transportation year 1999. In addition to evaluate the effectiveness of services, the transit modes are also evaluated based on the cost of the investment. From the results of the evaluation of the effectiveness of the service, shuttle bus route in has a weigh of 21 and AGT has a weight of 22. In terms of investment cost shuttle bus will need about Rp 1,7 Billion and AGT will need about Rp 400,8 Billion.

For current conditions, bus mode is most appropriate to record the frequency and schedule are available. To investation of AGT will benefit to the airport if there are approximatly 12 transit passengers per day are late due to airport facilities.

Keywords: Shuttle Bus, AGT, Transportation Between Terminal, Airport.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT karena dengan berkat rahmat dan hidayah-Nya saya dapat menyelesaikan tugas akhir saya dengan lancar dan baik.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapat saran, bimbingan serta keterangan-keterangan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segala hormat dan kerendahan hati perkenankanlah penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- Orang tua tercinta kami yang selalu memberikan dukungan moral maupun materi kepada kami.
- Bu Ir. Ervina Ahyudanari, ME, PhD selaku dosen pembimbing Tugas Akhir, terima kasih bu sudah membimbing saya dengan sabar sehingga tugas akhir ini dapat selesai dengan baik.
- Dr. Ir. Hitapriya S, M.Eng, Dr. Eng Januarti JEP. ST. MT, Prof. Ir. Indrasurya BM, MSc. Phd, Cahya Buana, ST. MT, Budi Rahardjo, ST. MT selaku dosen penguji tugas akhir.
- Ir. Suwarno, MEng selaku dosen pembimbing.
- Rizqi Amalia, Achmad Zanuar C, Ismaya Fatmasari, Septiana Rachmawati dan Hendra Annisa PLH terima kasih atas kesukarelawanannya menerima kurang dan lebihnya saya sebagai seorang teman dan senang dapat mengenal kalian sebagai orang terdekat saya.
- Shara Hazubi dan Rizki Purwanda, terima kasih berkat kalian saya bisa lancar autocad.
- Putri Mutia Pratiwi, terima kasih atas bantuannya sehingga abstrak bahasa inggris saya dapat selesai dengan benar.
- Keluarga PMKTR senang bisa memiliki keluarga seperti kalian.
- Teman-teman 2011 yang telah mendukung dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Saya menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, baik dalam hal penyajian maupun informasi. Oleh karena itu saya membutuhkan segala saran serta kritik yang membangun guna terbentuk koreksi agar tercapai hasil yang lebih baik. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Surabaya, Juli 2015

Sabila Desvi
Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Tugas Akhir	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Studi Lokasi.	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Aspek Pelayanan	7
2.2 Kinerja Rute dan Operasional.....	8
2.3 Penentuan <i>Demand</i> Saat Jam Puncak	12
2.3.1 Pola IATA	12
2.4 Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP).....	13
2.5 Alat Navigasi.....	25
2.6 <i>Automated Guided Transit</i> (AGT)......	26
2.7 Perencanaan Geometrik Jalan Rel	30
2.7.1 Pemilihan Trase	30
2.7.2 Geometrik Jalan Rel	31
2.7.2.1 Lengkung Horisontal	31

BAB III METODOLOGI	38
3.1 Diagram Alir	38
3.2 Identifikasi Masalah	41
3.3 Studi Pustaka	41
3.4 Pengumpulan Data	41
3.4.1 Data Primer	41
3.4.2 Data Sekunder	47
3.4.2.1 Data Penumpang Transit.....	47
3.4.2.2 Data Jadwal Keberangkatan Penumpang (Kondisi Riil).....	47
 BAB IV ANALISA DATA	 53
4.1 Evaluasi Kinerja Rute dan Operasional <i>ShuttleBus</i> Eksisting	53
4.1.1 Evaluasi Kinerja Rute dan Operasional <i>Shuttle bus</i> eksisting Terminal 1 menuju Terminal 2.....	53
4.1.2 Evaluasi Kinerja Rute dan Operasional <i>Shuttle bus</i> eksisting Terminal 2 menuju Terminal 1	57
4.2 Analisis Penumpang Transit.....	60
4.3 Perencanaan Alternatif Moda Akses.....	63
4.3.1 <i>Shuttle Bus</i>	64
4.3.2 <i>Automated Guided System (AGT)</i>	69
4.4 Analisis Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP).....	74
4.5 Perencanaan Geometrik Jalan Rel	76
4.5.1 Perencanaan Geometri Jalan Rel Rute 1	77
4.5.1.1 Lengkung (Alinemen) Horizontal	77
4.6 Perbandingan Investasi dan Kinerja Rute dan Operasional Akses Antar Terminal.....	88

4.6.1 Perbandingan Investasi AGT dan <i>Shuttle Bus</i>	88
4.6.2 Perbandingan Kinerja Rute dan Operasional Moda Akses	92
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	95
5.1 Kesimpulan	95
5.2 Saran	96

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Indikator Standar Pelayanan Angkutan Umum.....	7
Tabel 2.2	Standar Kinerja Pelayanan Angkutan Umum Berdasarkan Total Nilai Bobot	8
Tabel 2.3	Kapasitas tiap kendaraan umum	9
Tabel 2.4	Persentase Kedatangan penumpang <i>check-in counter</i> dalam tiga periode per hari	12
Tabel 2.5	Dimensi dan Kemiringan dari atasan Permukaan <i>Obstacle- Approach Runway</i>	15
Tabel 2.6	Dimensi dan Kemiringan dari atasan Permukaan <i>Obstacle- Approach Runway</i>	16
Tabel 2.7	<i>Technical characteristics of several AGT/APM system</i>	28
Tabel 3.1	Data waktu tunggu dan waktu tempuh <i>shuttle bus</i> di Terminal 1 dan Terminal 2 Juanda..	43
Tabel 3.2	Waktu antara, Waktu tunggu dan waktu tempuh rata-rata per hari selama 1 minggu.....	45

Tabel 3.3	Jumlah pergerakan penumpang transit perhari pada bulan januari 2014	48
Tabel 3.4	Jadwal Keberangkatan Domestik dan Internasional (bulan Januari).....	49
Tabel 4.1	Headway, Waktu tunggu dan Waktu tempuh rata-rata Terminal 1	53
Tabel 4.2	Penilaian Pelayanan <i>Shuttle Bus</i> Berdasarkan Standar Dirjen Perhubungan Darat.....	56
Tabel 4.3	Headway, Waktu tunggu dan Waktu tempuh rata-rata Terminal 2.....	57
Tabel 4.4	Penilaian Pelayanan <i>Shuttle Bus</i> Berdasarkan Standar Dirjen Perhubungan Darat.....	59
Tabel 4.5	Jadwal Keberangkatan Penumpang Penerbangan Internasional.	60
Tabel 4.6	Penilaian Pelayanan <i>Shuttle Bus</i> Berdasarkan Standar Dirjen Perhubungan Darat.....	68
Tabel 4.7	Penilaian Pelayanan AGT Berdasarkan Standar Dirjen Perhubungan Darat.....	73
Tabel 4.8	Koordinat X, Y	77
Tabel 4.9	Kecepatan dan R (jari-jari).....	79

Tabel 4.10	Koreksi Perhitungan Sudut P1	80
Tabel 4.11	Parameter Lengkung Horizontal	84
Tabel 4.12	Stasioning Lengkung Horizontal.....	84
Tabel 4.14	Perbandingan Biaya Investasi <i>Shuttle Bus</i>	88
Tabel 4.15	Perbandingan Biaya Investasi AGT Bus ...	89
Tabel 4.16	Kerugian Biaya Yang Ditanggung Oleh Pihak Bandara	91
Tabel 4.17	Penilaian Pelayanan Moda Akses Berdasarkan Standar Dirjen Perhubungan Darat	93

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Rute eksisting perjalanan dari Terminal 1 menuju Terminal 2	4
Gambar 1.2	Rute eksisting perjalanan dari Terminal 2 menuju Terminal 1	5
Gambar 2.1	Distribusi kedatangan penumpang sebelum keberangkatan berdasarkan IATA	12
Gambar 2.2	Kawasan Pendekatan Lepas Landas	17
Gambar 2.3	Kawasan kemungkinan bahaya kecelakaan	18
Gambar 2.4	Kawasan Dibawah Permukaan Transisi	19
Gambar 2.5	Kawasan Dibawah Permukaan Horizontal Dalam	20
Gambar 2.6	Kawasan Dibawah Permukaan Kerucut	21
Gambar 2.7	Kawasan Dibawah Permukaan Horizontal Luar	23
Gambar 2.8	<i>Instrument landing system (ILS)</i>	26
Gambar 2.9	Tinggi Pilar AGT	27
Gambar 2.10	Diagram Alir <i>Spiral Circle Spiral</i>	35

Gambar 3.1	Diagram Alir	39
Gambar 3.2	Grafik Jumlah penumpang Shuttle bus dari terminal 1 menuju terminal 2 Bandara Juanda .	46
Gambar 3.3	Grafik Jumlah penumpang Shuttle bus dari terminal 2 menuju terminal 1 Bandara Juanda.	46
Gambar 3.4	Grafik jumlah destinasi data keberangkatan penumpang transit.....	50
Gambar 3.5	Grafik jumlah Maskapai data keberangkatan penumpang transit transit.....	50
Gambar 3.6	Grafik jumlah type pesawat data keberangkatan penumpang transit.....	51
Gambar 4.1	Jumlah penunpanng transit terbesar pada saat <i>peak hour</i>	63
Gambar 4.2	Rute dalam shuttle bus dari Terminal 1 menuju Terminal 2	64
Gambar 4.3	Rute dalam shuttle bus dari Terminal 2 menuju Terminal 1	64
Gambar 4.4	Rute AGT via Jl. Inspeksi Landasan Pacu	69
Gambar 4.5	Data Jarak Rute Dalam Dari Ujung Runway	75
Gambar 4.6	Tinggi kereta AGT	75
Gambar 4.7	Ilustrasi ketinggian rencana AGT	75

Gambar 4.8	<i>Imaginary Surface</i>	76
Gambar 4.8	Rute AGT sesuai skema titik koordinat PI.....	78
Gambar 4.9	Skema Titik Koordinat P1	78
Gambar 4.10	Lengkung Horizontal PI-01	86
Gambar 4.11	Lengkung horizontal PI-02	87
Gambar 4.12	Grafik Hubungan antara Persentase penumpang transit yang kehilangan penerbangan dengan Biaya yang Dikeluarkan Bandara	91

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bandar udara Juanda merupakan salah satu bandara internasional terbesar di Indonesia dan merupakan bandara udara bagi Kota Surabaya dan sebagian besar wilayah di Jawa Timur. Seiring dengan semakin berkembangnya wilayah Jawa Timur, bandara udara Juanda mengalami peningkatan jumlah penumpang dari tahun ke tahun. Peningkatan jumlah pengguna bandar udara Juanda ini sebaiknya diiringi dengan fasilitas pendukung bandar udara tersebut, baik fasilitas yang berada di dalam bandara sendiri maupun fasilitas penunjang lainnya misalnya transportasi umum yang tersedia di Bandar udara tersebut. Saat ini bandara Juanda terbagi menjadi dua terminal yaitu terminal satu untuk penerbangan domestik dan terminal dua untuk penerbangan domestik dan internasional.

Kedua terminal ini dipisahkan oleh adanya runway diantara kedua terminal tersebut. Posisi kedua terminal ini tidak memungkinkan untuk adanya penghubung antar terminal pada jarak dekat. Moda akses penghubung kedua terminal bandara Juanda yang ada saat ini adalah *shuttle bus* dengan rute bercampur dengan kendaraan umum. Jalan akses yang terpisah dari jalan umum tersedia tetapi karena jalan khusus tersebut melalui asset TNI AL, maka perijinan belum diberikan. Sebagai perbandingan, di bandar udara Internasional Soekarno-Hatta, tersedia *shuttle bus* yang menghubungkan terminal-1, terminal-2 dan terminal-3 sehingga penumpang dengan penerbangan lanjut tidak perlu cemas tertinggal pesawat karena jadwal bus yang sudah terjadwal.

Masalah lain yang timbul dalam kaitannya penghubung antar terminal ini adalah ketidaknyaman dari para calon penumpang yang menempuh jalan menuju Juanda melalui akses tol Juanda. Semua kendaraan yang melalui akses tol maupun

calon penumpang yang hanya transit tetap harus melalui rute keluar dari wilayah bandara. Rute shuttle bus bandara memiliki titik macet pada empat lokasi yaitu (jl. Manggis – jl. Raya Bandara – jl. Raya Bypass Juanda – jl. Raya Sedati). Kemacetan yang ditimbulkan pada titik-titik tersebut menambah waktu yang diperlukan untuk pergerakan antar gedung terminal.

Waktu tempuh yang diperlukan antara kedua terminal menjadi salah satu variabel yang perlu ditambahkan sebagai waktu perjalanan dari asal calon penumpang pesawat menuju bandara Juanda. Bercampurnya kendaraan yang menuju salah satu terminal ataupun berpindah dari satu terminal ke terminal lain dengan kendaraan dengan tujuan lain, menjadikan waktu tempuh menjadi sensitif pada kondisi jalan umum yang dilalui.

Mengingat Bandar Udara Juanda sudah memiliki dua gedung terminal yang letaknya berjauhan maka dibutuhkan suatu moda transportasi umum yang mampu mengakomodasi kebutuhan penumpang. Untuk itu tugas akhir ini akan membuat perencanaan moda akses untuk menghubungkan terminal satu dan terminal dua dengan rute tetap berada didalam kawasan bandara.

1.2 Rumusan Masalah

Hal-hal yang menjadi permasalahan dalam tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimanakah kinerja rute dan operasional dari moda akses (*shuttle bus*) yang ada saat ini bila ditinjau dari *load factor*, waktu antara, waktu tunggu, waktu pelayanan, jumlah armada, waktu tempuh dan waktu awal dan akhir perjalanan pelayanan?
2. Alternatif moda akses seperti apa yang memungkinkan untuk dibangun dengan ketersediaan lahan yang ada dalam area bandara?

3. Bagaimana perbandingan investasi dan kinerja moda akses antar terminal antara moda *shuttle bus* yang ada pada jalur eksisting (Gambar 1.1), moda bus pada jalur dalam (Gambar 1.2), dan *elevated train* ?

1.3 Tujuan Tugas Akhir

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam tugas akhir ini :

1. Mendapatkan karakteristik dari moda bus yang ada saat ini bila ditinjau dari *load factor*, *headway*, waktu tunggu dan *travel time*.
2. Mendapatkan mode akses yang memungkinkan untuk dibangun dengan ketersediaan lahan yang ada dalam area bandara.
3. Mendapatkan kinerja dari moda *shuttle bus* pada jalur eksisting, moda bus pada jalur dalam dan *elevated train*.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penyelesaian tugas akhir ini adalah :

1. Moda akses yang ditinjau adalah *shuttle bus* dan *elevated train*.
2. Analisis evaluasi moda akses hanya mempertimbangkan kinerja pelayanan dan biaya investasi.
3. Tidak mendesain tempat pemberhentian penumpang.
4. Apabila tidak memperoleh ijin survey rute dalam, maka lama perjalanan diperkirakan melalui perhitungan dengan asumsi kecepatan bus pada jalur dalam sama dengan kecepatan *shuttle bus* eksisting.

4

6. Tidak memperhitungkan calon penumpang yang melalui akses tol ke terminal dua.
7. Tidak memperhitungkan struktur jalan rel.
8. Tidak memperhitungkan jumlah bangkitan penumpang untuk 5 tahun kedepan.
9. Penumpang Transit dengan penerbangan internasional diasumsikan berpindah terminal.
10. Dari segi analisis investasi hanya memperhitungkan biaya konstruksi moda dan pembelian moda secara umum.

1.5 Studi Lokasi



Gambar 1.1 adalah gambar rute bus yang melayani pergerakan penumpang dari terminal 1- terminal 2



Gambar 1.2 adalah gambar rute bus yang melayani pergerakan penumpang dari terminal 2 - terminal 1

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Aspek Pelayanan

Indikator kinerja pelayanan adalah suatu bentuk konsep yang tepat yang merupakan suatu ukuran atau cara untuk mencapai tujuan, menyangkut aspek ekonomi dan teknik atau pengoperasian dari kinerja system. *Indikator* kinerja merupakan ukuran yang tepat yang berupa data tunggal atau perbandingan dua atau lebih suatu data. (Giannopoulos, G.A, 1989).

Indikator umumnya berbentuk *ratio* (angka perbandingan) yang terdiri dari angka-angka yang diperoleh dari sitem informasi maupun *data base*, baik dari segi keuangan maupun dari segi operasional jumlah perjalanan, waktu tempuh dan lain-lain

Indikator yang digunakan antara lain waktu tunggu, jarak berjalan, perpindahan moda, waktu perjalanan. Standar kualitas pelayanan angkutan umum baik secara keseluruhan maupun pada trayek tertentu dapat dinilai dengan menggunakan parameter yang ditetapkan oleh pemerintah melalui Departemen Perhubungan sebagaimana disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2.1 Indikator Standar Pelayanan Angkutan Umum

Nilai	1	2	3	4	5	6	7	8
1	>1	>15	>12	<13	<4	<82	>30	05-18
2	0.8-1	10-15	6-12	13-15	4-6	82-100	20-30	05-20
3	<0.8	<10	<6	>15	>6	>100	<20	05-22

Sumber: Dirjen Perhubungan Darat, 1999

Keterangan :

Nilai 1 : standar pelayanan dengan kategori kurang

2 : standar pelayanan dengan kategori sedang

3 : standar pelayanan dengan kategori baik

Kolom 1 : rata-rata *Load Factor* dinamis rata-rata
 Kolom 2 : rata-rata waktu antara/*headway* (menit)
 Kolom 3 : rata-rata waktu perjalanan (menit/km)
 Kolom 4 : waktu pelayanan (jam)
 Kolom 5 : frekuensi (kendaraan/jam)
 Kolom 6 : jumlah kendaraan yang beroperasi (%)
 Kolom 7 : rata-rata waktu tunggu penumpang (menit)
 Kolom 8 : awal dan akhir waktu pelayanan
 Seluruh penilaian dijumlah untuk kemudian dinilai kualitas pelayanannya dengan menggunakan tabel 2.3 sebagai berikut:

Tabel 2.2 Standar Kinerja Pelayanan Angkutan Umum Berdasarkan Total Nilai Bobot

Kriteria	Nilai Total
Baik	18,00-24,00
Sedang	12,00-17,99
Kurang	<12

Sumber: Dirjen Perhubungan Darat, 1999.

Nilai total dari tabel 2.2 ini yang akan dijadikan acuan dalam membandingkan kinerja masing-masing moda.

2.2 Kinerja Rute dan Operasional

Beberapa parameter yang dikaji dalam kinerja rute dan operasi adalah sebagai berikut (*Sumber : Departemen Perhubungan Direktorat Jendral Perhubungan Darat Pedoman Teknis Penyelenggaraan Angkutan Penumpang Umum, 1996*)

a. *Load Factor*

Faktor utama (*load factor*) merupakan pembagian antara permintaan (*demand*) yang ada dengan kapasitas (*supply*) yang tersedia. Faktor muatan (*load factor*) dapat menjadi petunjuk untuk mengetahui apakah jumlah armada yang tersedia masih

kurang, mencukupi atau melebihi kebutuhan suatu lintasan angkutan umum serta dapat dijadikan indikator dalam mewakili efisiensi rute. Pencarian data *load factor* dapat melalui dua cara, yaitu *load factor* statis dan *load factor* dinamis. Survey dan pengambilan data untuk *load factor* statis dilakukan pada satu titik tertentu yang telah ditentukan sebelumnya, sedangkan untuk *load factor* dinamis survey dan pengambilan data dilakukan dengan mengikuti perjalanan yang dilakukan oleh angkutan tertentu kemudian melakukan perhitungan pada penumpang yang naik-turun kendaraan. Perhitungan *Load Factor* dapat dinyatakan dalam rumus sebagai berikut (sumber : Adzani, Gina 2010)

$$LF = \frac{\text{jumlah penumpang}}{\text{kapasitas kendaraan}} \dots \dots \dots (2.1)$$

b. Kapasitas Kendaraan

Kapasitas kendaraan yaitu daya muat penumpang pada setiap kendaraan yang beroperasi, baik penumpang duduk maupun penumpang berdiri. Daya muat setiap jenis kendaraan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.3 Kapasitas tiap kendaraan umum

Jenis kendaraan	Kapasitas kendaraan			Kapasitas penumpang/ hari/ kendaraan
	Duduk	Berdiri	Total	
Mobil penumpang umum	11	-	11	250-300
Bus kecil	14	-	14	300-400
Bus sedang	20	10	30	500-600
Bus besar lantai tunggal	49	30	79	1000-1200
Bus besar lantai ganda	85	35	120	1500-1800

Sumber : Dirjen Perhubungan Darat, 1996

Catatan :

1. Angka- angka kapasitas kendaraan bervariasi, tergantung pada susunan tempat duduk kendaraan.
2. Ruang untuk berdiri per penumpang dengan luas 0,17 m² per penumpang.
3. Waktu pelayanan angkutan dilakukan selama 12-14 jam operasi per hari.

c. Waktu Sirkulasi

Waktu sirkulasi dengan pengaturan kecepatan kendaraan rata-rata 20 km perjam dengan deviasi waktu sebesar 5% dari waktu perjalanan. Waktu sirkulasi dihitung dengan rumus (Sumber: Dirjen Perhubungan Darat, 1999) :

$$CT_{ABA} = (T_{AB} + T_{BA}) + (\sigma_{AB} + \sigma_{BA}) + (T_{TA} + T_{TB}) \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

CT_{ABA} = Waktu sirkulasi dari A ke B kembali ke A

T_{AB} = Waktu rata-rata perjalanan dari A ke B

T_{BA} = Waktu rata-rata perjalanan dari B ke A

σ_{AB} = Deviasi waktu perjalanan dari A ke B

σ_{BA} = Deviasi waktu perjalanan dari B ke A

T_{TA} = Waktu henti kendaraan di A

T_{TB} = Waktu henti kendaraan di B

c. Waktu Antara (*Head Way*)

Waktu antara adalah perbedaan waktu antara dua sarana transportasi umum yang melewati satu titik yang sama. *Headway* dapat dihitung menggunakan rumus seperti pada persamaan 2.3 berikut Sumber: Dirjen Perhubungan Darat, 1999) :

$$H = \frac{60 \times C \times L_f}{P} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

C = kapasitas kendaraan

- Lf = faktor muat, diambil 70% (pada kondisi dinamis)
 H = waktu antara (menit)
 P = jumlah penumpang perjam pada seksi terpadat

Catatan :

H ideal = 5-10 menit

H puncak = 2-5 menit

d. Jumlah armada

Jumlah armada yang diperlukan per waktu sirkulasi, yang dapat dihitung dengan rumus berikut Sumber: Dirjen Perhubungan Darat, 1999) :

$$K = \frac{CT}{H \times fA} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana :

K = jumlah kendaraan

Ct= Waktu sirkulasi (menit)

H= waktu antara(menit)

fA= faktor ketersediaan kendaraan (100%)

e. Waktu tempuh (*Travel time*)

Waktu tempuh adalah waktu yang diperlukan oleh suatu kendaraan (bus) dari terminal keberangkatan sampai dengan tempat pemberhentian selanjutnya, tempat pemberhentian selanjutnya yang dimaksud bisa berupa halte maupun terminal akhir. Waktu tempuh dapat dipengaruhi oleh kecepatan kendaraan, panjang rute perjalanan, kepadatan atau volume jalan , waktu naik turun penumpang dan waktu tunggu terminal. Waktu yang dipakai dalam analisis ini adalah hasil dari survey yang dilakukan dilapangan disaat *peak hour*.

$$\text{Waktu tempuh} = \frac{\text{jarak}}{\text{kecepatan}} \dots \dots \dots (2.5)$$

2.3 Penentuan Demand Saat Jam Puncak

2.3.1 Pola IATA

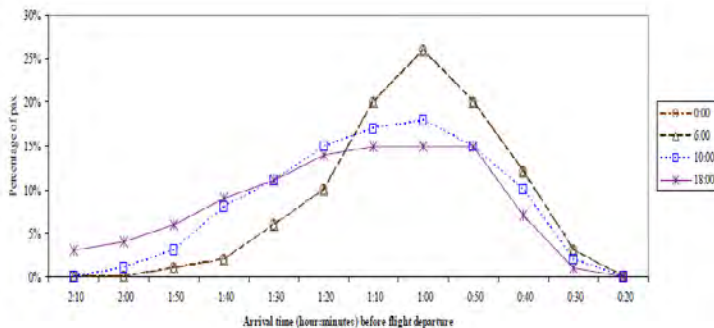
Pola kedatangan dapat dipengaruhi banyak faktor antara lain aksesibilitas bandara, transportasi publik, persyaratan keamanan dan kondisi lalu lintas. Pada Tabel 2.3 berikut ini, merupakan contoh persentase kedatangan penumpang di *check-in counters* bandara pada tiga periode berbeda dalam satu hari berdasarkan International Air Transport Association (IATA).

Tabel 2.4 Persentase Kedatangan penumpang *check-in counter* dalam tiga periode per hari

Time of day	Percentage arrival of passengers at the check-in counters by 10 minutes periods prior to flight departure											
	120-110	110-100	100-90	90-80	80-70	70-60	60-50	50-40	40-30	30-20	20-10	10-0
06.00-10.00	0	0	1	2	6	10	20	26	20	12	3	0
10.00-18.00	0	1	3	8	11	15	17	18	15	10	2	0
18.00-24.00	3	4	6	9	11	14	15	15	15	7	1	0

Sumber : IATA, 2004

Dari tabel presentase kedatangan penumpang tersebut diatas, dapat dibuat grafik distribusi kedatangan penumpang seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 2.1 Distribusi kedatangan penumpang sebelum keberangkatan berdasarkan IATA (IATA, 2004)

2.4 Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP)

Berdasarkan SKEP/ 110/ IV/ 2000 tentang petunjuk pelaksanaan pembuatan kawasan keselamatan operasi penerbangan di bandar udara dan sekitarnya disebutkan bahwa Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan adalah wilayah daratan dan/atau perairan serta ruang udara di sekitar bandar udara yang digunakan untuk kegiatan operasi penerbangan dalam rangka menjamin keselamatan penerbangan. Wilayah yang diliputi KKOP terdiri atas beberapa kawasan, yaitu:

1. Kawasan Ancangan Pendaratan Dan Lepas Landas
2. Kawasan Kemungkinan Bahaya Kecelakaan
3. Kawasan di bawah permukaan transisi
4. Kawasan di bawah permukaan horisontal dalam
5. Kawasan di bawah permukaan kerucut
6. Kawasan di bawah permukaan horisontal luar

KKOP di wilayah sekitar bandar udara di tentukan berdasarkan klasifikasi landas pacu yang terdapat pada bandar udara. Klasifikasi landas pacu di buat berdasarkan kelengkapan alat bantu navigasi penerbangan dan dimensi landas pacu di bandar udara tersebut.

Berdasarkan kelengkapan alat bantu navigasi penerbangan, landas pacu diklasifikasikan sebagai berikut:

a. Instrument Precision (IP)

Merupakan landas pacu yang dilengkapi dengan alat bantu pendaratan Instrument Landing System (ILS) dan alat bantu pendaratan visual.

b. Instrument Non Precision (INP)

Merupakan landas pacu yang dilengkapi dengan alat bantu navigasi penerbangan Doppler Very High Frequency Directional Omni Range (DVOR) dan alat bantu pendaratan visual.

c. Non Instrument (NI)

Merupakan landas pacu yang dilengkapi dengan alat bantu navigasi penerbangan Non Directional Beacon (NDB)

Untuk menentukan kawasan keselamatan operasi penerbangan di bandar udara dan sekitarnya, klasifikasi landasan dibagi menjadi beberapa kelas, yaitu :

1. Instrument Precision, category I code number 1 dan 2,
2. Instrument Precision, category II code number 3 dan 4,
3. Instrument Precision, category III dan IV code number 3 dan 4
4. Instrument Non Precision, code number 1 dan 2,
5. Instrument Non Precision, code number 3,
6. Instrument Non Precision, code number 4,
7. Non instrument code number 1,
8. Non instrument code number 2,
9. Non instrument code number 3, dan
10. Non instrument code number 4

Penetapan KKOP di bandar udara dan sekitarnya dilakukan dengan ketentuan teknis yang berdasarkan klasifikasi landasannya, seperti yang tertera pada tabel 2.6 dan tabel 2.7 berikut.

Tabel 2.5 Dimensi dan kemiringan dari atasan permukaan
Obstacle – Approach Runway

OLS & Dimensions (in meters and percentages)	Runway Classification										
	Non – Instrument				Instrument						
	Code No.				Non-Precision			Precision			
	1*	2	3	4	1,2	3	4	1,2	3,4	II-III Code No 3,4	
OUTER HORIZONTAL											
Height (m)									150	150	
Radius (m)									15000	15000	
CONICAL											
Slope	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	
Height (m)	35	55	75	100	60	75	100	80	100	100	
INNER HORIZONTAL											
Height (m)	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
Radius (m)	2000	2500	4000	4000	3500	4000	4000	3500	4000	4000	
APPROACH											
Length of inner edge (m)	60	80	159	150	90	150	300	150	300	300	
Distance from threshold (m)	30	60	60	60	60	60	60	60	60	60	
Divergence each side	10%	10%	10%	10%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	
First section length (m)	1600	2500	3000	3000	2500	3000	3000	3000	3000	3000	
Slope	5%	4%	3,33%	2,5%	5,33%	3,33%	2%	2,5%	2%	2%	
Second section length (m)	-	-	-	-	-	3600	3600	17000	3600	3600	
Slope	-	-	-	-	-	2,5%	3,5%	3%	2,5%	2,5%	
Horizontal section length (m)	-	-	-	-	-	8400	8400	-	8400	8400	
Total length (m)	1600	2500	3000	3000	2500	15000	15000	15000	15000	15000	
INNER APPROACH											
Width (m)									90	120	120
Distance from threshold (m)									60	60	60
Length (m)									900	900	900
Slope									2,5%	2%	2%
TRANSITIONAL											
Slope	20%	20%	14,3%	4,3%	20%	4,3%	14,3%	14,3%	14,3%	14,3%	
INNER TRANSITIONAL											
Slope									40%	33,3%	33,3%
BALKED LANDING											
Length of inner edge (m)									90	120	120
Distance from threshold (m)									1800	1800	
Divergence each side									10%	10%	10%
Slope									4%	3,5%	3,5%

Sumber : Keputusan Direktur Jendral Perhubungan Udara
Nomor SKEP / 110/ VI/ 2000.

Tabel 2.6 Dimensi dan kemiringan dari atasan permukaan
Obstacle – Takeoff Runway

Take-off climb surface – Dimensions (in metres and percentages)	Take-off Runways Code Number		
	1	2	3 or 4
Length of inner edge	60	80	180 b
Minimum distance of inner Edge from runway end	30	60	60
Rate of divergence (each side)	10%	10%	12.5%
Final width	380	580	1800
Overall length	1600	2500	15000
Slope	5%	4%	2%

Sumber : Keputusan Direktur Jendral Perhubungan Udara Nomor SKEP / 110/ VI/ 2000

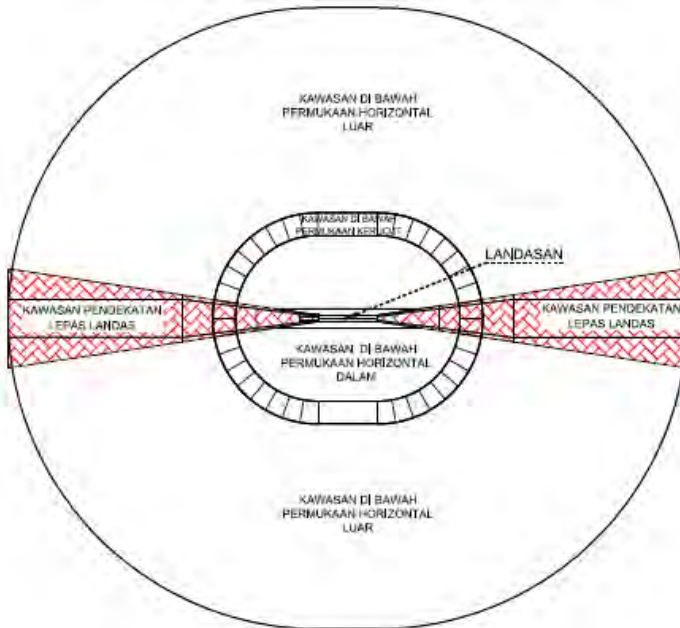
Wilayah yang diliputi KKOP yaitu :

a. Kawasan Ancangan Pendaratan dan Lepas Landas

Kawasan ancangan pendaratan dan lepas landas adalah suatu kawasan perpanjangan kedua ujung landas pacu, di bawah lintasan pesawat udara setelah lepas landas atau mendarat, yang dibatasi oleh ukuran lebar dan panjang tertentu. Kawasan ini dibatasi oleh tepi dalam yang berhimpit dengan ujung-ujung permukaan utama berjarak 60 meter dari ujung landas pacu dengan lebar tertentu (sesuai klasifikasi landas pacu) pada bagian dalam, kawasan ini melebar kearah luar secara teratur dengan sudut pelebaran 10% atau 15% (sesuai klasifikasi landas pacu) serta garis tengah bidangnya merupakan perpanjangan dari garis tengah landasan dengan jarak mendatar tertentu dan akhir kawasan dengan lebar tertentu. Bagian merah pada gambar 2.1 menunjukkan kawasan pendekatan lepas landas.

Penetapan batas batas ketinggian pada kawasan pendekatan dan lepas landas ditentukan oleh ketinggian terendah dari pertampalan (superimpose) permukaan pendekatan dan lepas

landas, permukaan horisontal dalam, permukaan kerucut dan permukaan horisontal luar pada kawasan keselamatan penerbangan.



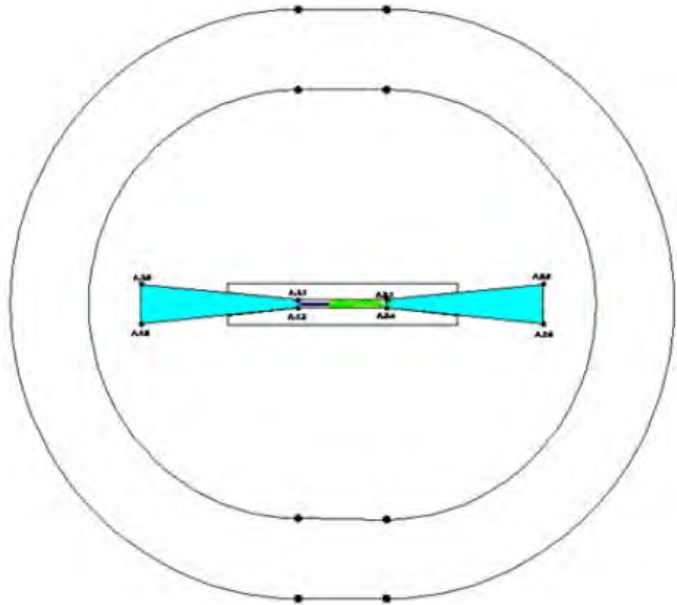
Gambar 2.2. Kawasan Pendekatan Lepas Landas (sumber : SNI-03- 71112- 2005)

b. Kawasan Kemungkinan Bahaya Kecelakaan

Kawasan Kemungkinan Bahaya Kecelakaan adalah sebagian kawasan pendekatan yang berbatasan langsung dengan ujung-ujung landas pacu dan mempunyai ukuran tertentu, yang dapat menimbulkan kemungkinan terjadinya kecelakaan. Kawasan Kemungkinan Bahaya Kecelakaan dibatasi oleh tepi dalam yang berimpit dengan ujung-ujung permukaan utama dengan lebar tertentu (sesuai dengan klasifikasi landas pacu). Kawasan ini meluas keluar secara teratur dengan garis tengahnya

merupakan perpanjangan dari garis tengah landasan sampai lebar tertentu (sesuai dengan klasifikasi landas pacu) dan jarak mendatar 3000 meter dari ujung permukaan utama. Bagian hijau pada gambar 2.2 menunjukkan kawasan kemungkinan bahaya kecelakaan.

Penetapan batas batas ketinggian pada kawasan kemungkinan bahaya kecelakaan ini ditentukan oleh kemiringan 2% atau 2,5% atau 3,33% atau 4% atau 5% (sesuai klasifikasi klasifikasi landas pacu) arah ke atas dan keluar dimulai dari ujung permukaan utama pada ketinggian masing-masing ambang landas pacu sampai dengan ketinggian $(45+H)$ meter di atas elevasi ambang landas pacu terendah sepanjang jarak mendatar 3000 meter dari permukaan utama melalui perpanjangan garis tengah landas pacu.

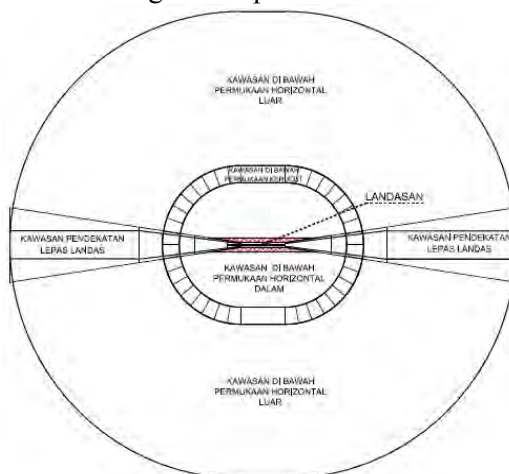


Gambar 2.3 Kawasan Kemungkinan Bahaya Kecelakaan (
Sumber : SNI- 03- 71112- 2005)

c. Kawasan Dibawah Permukaan Transisi

Kawasan di bawah permukaan transisi adalah bidang dengan kemiringan tertentu sejajar dengan dan berjarak tertentu dari sumbu landas pacu, pada bagian bawah dibatasi oleh titik perpotongan dengan garis-garis datar yang ditarik tegak lurus pada sumbu landas pacu dan pada bagian atas dibatasi oleh garis perpotongan dengan permukaan horisontal dalam. Kawasan ini dibatasi oleh tepi dalam yang berimpitan dengan sisi panjang permukaan utama dan sisi permukaan pendekatan. Bagian merah pada gambar 2.4 menunjukkan kawasan dibawah permukaan transisi.

Penetapan batas batas ketinggian pada kawasan di bawah permukaan transisi ditentukan oleh kemiringan 14,3% atau 20% (sesuai klasifikasi landas pacu) arah ke atas dan keluar, dimulai dari sisi panjang dan pada ketinggian yang sama seperti permukaan utama dan permukaan pendekatan menerus sampai memotong permukaan horisontal dalam pada ketinggian $(45+H)$ meter di atas elevasi ambang landas pacu terendah.

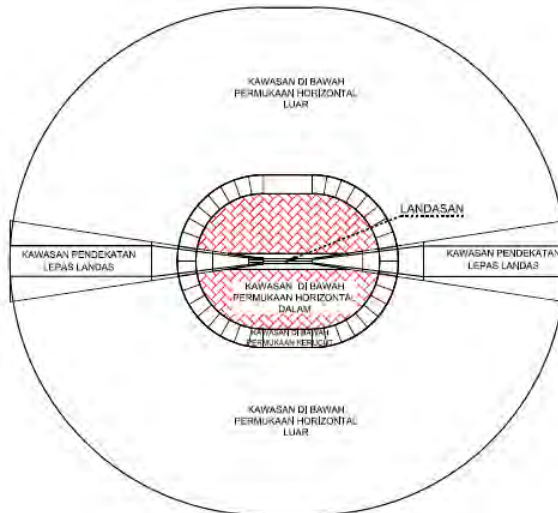


Gambar 2.4 Kawasan Dibawah Permukaan Transisi (
Sumber : SNI- 03- 71112- 2005)

d. Kawasan Dibawah Permukaan Horizontal Dalam

Kawasan di bawah permukaan horisontal dalam adalah bidang datar di atas dan di sekitar bandar udara yang dibatasi oleh radius dan ketinggian dengan ukuran tertentu untuk kepentingan pesawat udara melakukan terbang rendah pada saat akan mendarat atau setelah lepas landas. Kawasan ini dibatasi oleh lingkaran dengan radius tertentu sesuai klasifikasi landas pacu dari titik tengah tiap ujung permukaan utama dan menarik garis singgung pada kedua lingkaran yang berdekatan, tetapi kawasan ini tidak termasuk kawasan di bawah permukaan transisi. Bagian merah pada gambar 2.5 menunjukkan kawasan dibawah dibawah permukaan horizontal dalam.

Penetapan batas batas ketinggian pada kawasan di bawah permukaan horisontal dalam ditentukan $(45+H)$ meter di atas elevasi ambang landas pacu terendah.

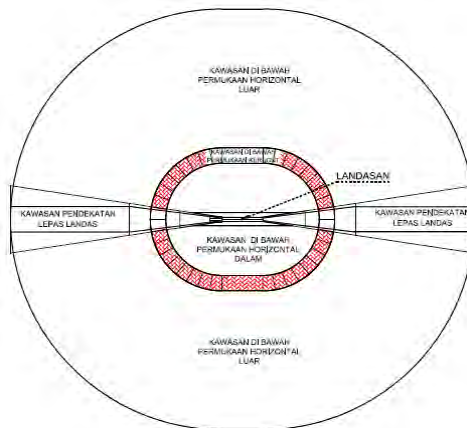


Gambar 2.5 Kawasan Dibawah Permukaan Horizontal Dalam (Sumber : SNI- 03- 71112- 2005)

e. Kawasan Dibawah Permukaan Kerucut

Kawasan di bawah permukaan kerucut adalah bidang dari suatu kerucut yang bagian bawahnya dibatasi oleh garis perpotongan dengan horisontal dalam dan bagian atasnya dibatasi oleh garis perpotongan dengan permukaan horisontal luar, masing-masing dengan radius dan ketinggian tertentu dihitung dari titik referensi yang ditentukan. Kawasan ini dibatasi dari tepi luar kawasan dibawah permukaan horisontal dalam meluas dengan jarak mendatar tertentu (sesuai klasifikasi landasan) dengan kemiringan tertentu sesuai klasifikasi landas pacu. Bagian merah pada gambar 2.6 menunjukkan kawasan dibawah permukaan kerucut.

Penetapan batas batas ketinggian pada kawasan di bawah permukaan kerucut ditentukan oleh kemiringan 5% (lima persen) arah ke atas dan ke luar, dimulai dari tepi luar kawasan di bawah permukaan horisontal dalam pada ketinggian $(45+H)$ meter di atas elevasi ambang landas pacu terendah sampai ketinggian $(80+H)$ atau $(100+H)$ atau $(105+H)$ atau $(120+H)$ atau $(145+H)$ (sesuai klasifikasi landas pacu).



Gambar 2.6 Kawasan Dibawah Permukaan Kerucut
(Sumber : SNI- 03- 71112- 2005)

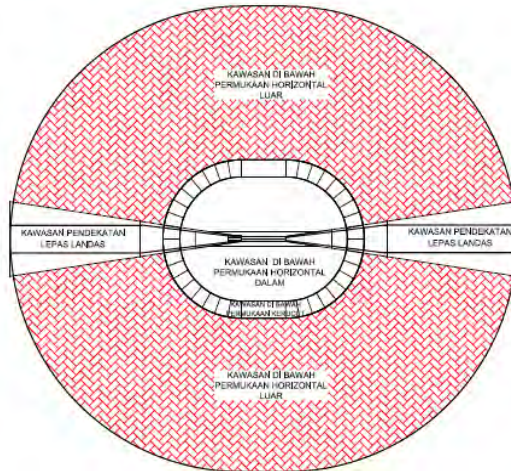
f. Kawasan Dibawah Permukaan Horizontal Luar

Kawasan di bawah permukaan horisontal luar adalah bidang datar di sekitar bandar udara yang dibatasi oleh radius dan ketinggian dengan ukuran tertentu untuk kepentingan keselamatan dan efisiensi operasi penerbangan antara lain pada waktu pesawat melakukan pendekatan untuk mendarat dan gerakan setelah tinggal landas atau gerakan dalam hal mengalami kegagalan dalam pendaratan.

Kawasan ini dibatasi oleh lingkaran dengan radius 15.000 meter dari titik tengah tiap ujung permukaan utama dan menarik garis singgung pada kedua lingkaran yang berdekatan tetapi kawasan ini tidak termasuk kawasan di bawah permukaan transisi, kawasan di bawah permukaan horisontal dalam, kawasan di bawah permukaan kerucut. Bagian merah pada gambar 2.7 menunjukkan kawasan dibawah permukaan horizontal luar.

Penetapan batas batas ketinggian pada kawasan kawasan di bawah permukaan horisontal luar ditentukan $(150+H)$ meter di atas elevasi ambang landas pacu terendah. Setiap objek yang terdapat di dalam ruang lingkup KKOP, misalnya bangunan, pohon, atau pegunungan, tidak boleh melewati batas ketinggian KKOP, kecuali telah mendapat persetujuan Menteri Perhubungan dan memenuhi ketentuan sebagai berikut.

- a. merupakan fasilitas yang mutlak diperlukan untuk operasi penerbangan;
- b. memenuhi kajian khusus aeronautika; dan
- c. sesuai dengan ketentuan teknis keselamatan operasi penerbangan.



Gambar 2.7 Kawasan Dibawah Permukaan Horizontal Luar (Sumber : SNI- 03- 71112- 2005)

Berikut ini beberapa persyaratan yang harus dilakukan terkait dengan tata guna lahan pada KKOP di bandar udara dan sekitarnya, adalah sebagai berikut :

- a. Persyaratan mendirikan, mengubah atau melestarikan bangunan serta menanam atau memelihara benda tumbuh. Mendirikan, mengubah atau melestarikan bangunan serta menanam atau memelihara benda tumbuh di kawasan keselamatan operasi penerbangan harus memenuhi batas-batas ketinggian dan batas-batas kawasan.
- b. Persyaratan mendirikan bangunan baru di dalam kawasan ancangan pendaratan dan lepas landas. Mendirikan bangunan baru di kawasan ancangan pendaratan dan lepas landas, harus memenuhi batas ketinggian dengan tidak melebihi kemiringan 1,6% (satu koma enam persen) arah ke atas dan keluar dimulai dari ujung permukaan utama pada ketinggian masing-masing ambang landas pacu.

c. Kawasan kemungkinan bahaya kecelakaan.

Pada kawasan kemungkinan bahaya kecelakaan sampai jarak mendarat 1.100 meter dari ujung-ujung permukaan utama hanya digunakan untuk bangunan yang diperuntukkan bagi keselamatan operasi penerbangan dan benda tumbuh yang membahayakan keselamatan operasi penerbangan dengan batas ketinggian ditentukan oleh kemiringan 2% atau 2,5% atau 3,33% atau 4% atau 5% (sesuai klasifikasi landas pacu) arah ke atas dan ke luar dimulai dari ujung permukaan utama pada ketinggian masing-masing ambang landasan sepanjang arah mendarat 1.100 meter dari permukaan utama melalui garis tengah landasan.

d. Penggunaan tanah, perairan atau udara di kawasan keselamatan operasi penerbangan.

Mempergunakan tanah, perairan atau udara di setiap kawasan yang ditetapkan

1. Tidak menimbulkan gangguan terhadap isyarat-isyarat navigasi penerbangan atau komunikasi radio antar bandar udara dan pesawat udara
2. Tidak menyulitkan penerbang membedakan lampu-lampu rambu udara dengan lampu-lampu lain
3. Tidak menyebabkan kesilauan pada mata penerbang yang mempergunakan bandar udara
4. Tidak melemahkan jarak pandang sekitar bandar udara
5. Tidak menyebabkan timbulnya bahaya burung atau dengan cara lain dapat membahayakan atau mengganggu pendaratan atau lepas landas atau gerakan pesawat udara yang bermaksud mempergunakan bandar udara.

6. Perlakuan terhadap bangunan yang berupa benda tidak bergerak yang sifatnya sementara maupun tetap yang didirikan atau dipasang.

7. Perlakuan terhadap bangunan atau suatu benda yang ada secara alami berada di kawasan keselamatan operasi penerbangan dan ketinggiannya masih dalam batas ketinggian yang diperbolehkan akan tetapi diduga dapat membahayakan keselamatan operasi penerbangan.

Terhadap bangunan yang berupa benda tidak bergerak yang sifatnya sementara maupun tetap yang didirikan atau dipasang oleh orang atau yang telah ada secara alami, seperti : gedung-gedung, menara, gundukan tanah, jaringan transmisi, bukit dan gunung yang menjadi penghalang saat ini tetap diperbolehkan sepanjang prosedur keselamatan operasi penerbangan terpenuhi.

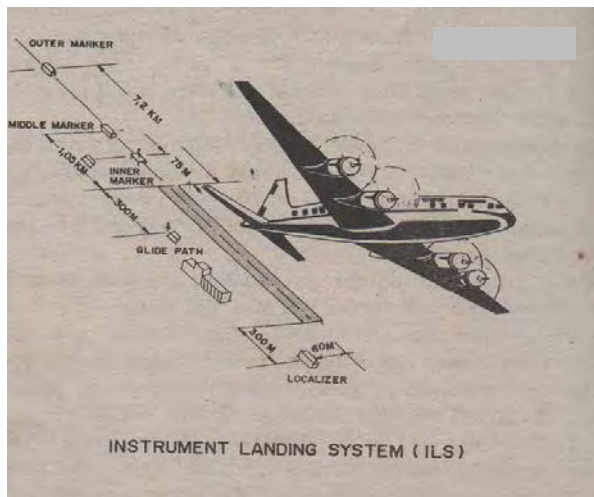
Bangunan atau sesuatu benda yang ada secara alami berada di kawasan keselamatan operasi penerbangan dan ketinggiannya masih dalam batas ketinggian yang diperkenankan akan tetapi diduga dapat membahayakan keselamatan operasi penerbangan harus diberi tanda atau dipasang lampu.

2.5 Alat Navigasi

ILS adalah alat bantu radio untuk pendaratan pesawat dibawah kondisi cuaca yang kurang menguntungkan dan visibility yang rendah. ILS membeikan informasi mengenai jalur approach yang tepat dan sudut pendaratan yang tepat untuk pendaratan pada pilot.

ILS terdiri dari peralatan-peralatan, Localizer dipasang 300 m dari threshold keluar landasan, Glide path dipasang 300 m dari threshold, ke dalam landasan disamping, pada bahu landas, marker beacon ada 3 yaitu Inner Marker, Midlle Marker serta Outer Marker berfungsi memberikan informasi berapa jauh dari titik pendaratan. Localizer dapat juga dipasang sebelah

menyebelah sumbu landasan kira-kira sejauh 60m dari sumbu, antenanya dipasang diperpanjangan sumbu, tingginya 2.5 m atau 3.5 m diatas permukaan. Glide path dan antenanya dipasang diluar samping sumbu landasan sejauh antara 120 m- 180m. Inner marker dipasang disamping sumbu landasan kira-kira 75 m dari threshold pendaratan, middle marker dipasang 1km dari threshold arah pendaratan, dan outer marker dipasang sejauh 7km dengan arah yang sama dengan inner dan middle marker. (Basuki, 1990).

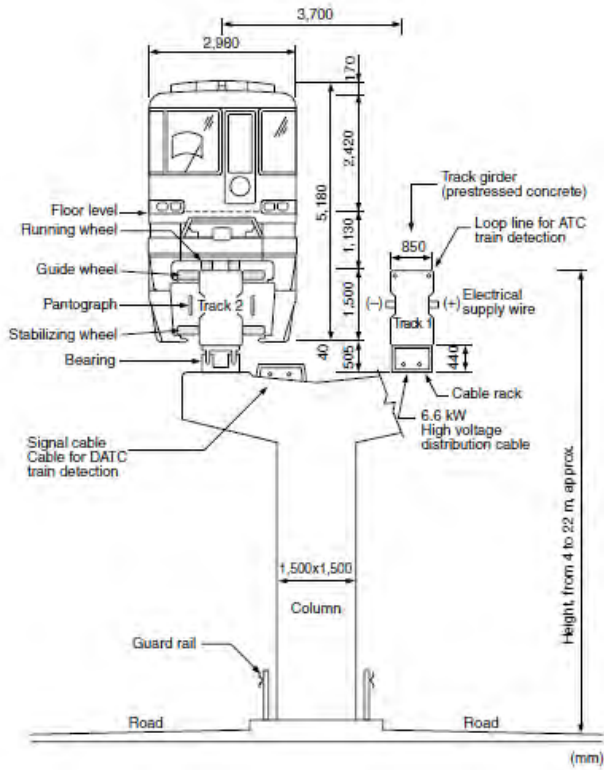


Gambar 2.8 Instrumen Landing System (Basuki, 1990)

2.6 Automated Guided Transit (AGT)

Automated Guided Transit (AGT) juga dikenal sebagai *automated people mover* (APM) adalah moda angkutan biasanya dengan ukuran dua poros kendaraan listrik menengah dioperasikan secara otomatis dan tanpa pekerja. Fitur yang paling berbeda dari dari sistem AGT adalah biaya dalam pengoperasian relative murah sehingga dapat ditawarkan pada jalur dengan volume penumpang menengah. Dengan kata lain AGT angkutan

berskala kecil, biaya murah dan *medium-performance version of rapid transit*.



Gambar 2.9 Tinggi pilar AGT (Sumber : Vukan RV, 2007)

Tabel 2.7 Karakteristik teknis dari beberapa sistem AGT / APM (Sumber : Vukan RV, 2007)

No	Vehicle								
	Model	Length X Width (m)	Weight Empty (kg)	Weight/ Area (kg/m ²)	Capacity: Seat/total	Weight/ Space (kg/sp)	Cars/ train	Maximum Speed (km/h)	Theoretical Line capacity (sps/h)
1	Bombardier Cx-100	12.75 x 2.85	14878	409	8/100	149	1-3	70	11,500
2	Siemen VAL- Lille	12.70 x 2.08	13850	524	22/90	154	1-3	80	10,800
3	Bombardier Mark II- New York - JFK	17.60 x 3.20	24000	452	25/160	150	1-4	100	27,000
4	Airtrans- Dallas Fort Worth 1974	6.48 x 2.24	5350	369	16/40	134	2	27	4,800

Tabel 2.7 Karakteristik teknis dari beberapa sistem AGT / APM lanjutan (Sumber:Vukan RV, 2007)

No	Vehicle								
	Model	Length X Width (m)	Weight Empty (kg)	Weight/ Area (kg/m ²)	Capacity: Seat/total	Weight/ Space (kg/sp)	Cars/ train	Maximum Speed (km/h)	Theoretical Line capacity (sps/h)
5	Kobe-Portliner	8 x 2.39	10500	549	16/53	198	6	60	7,632
6	Mitsubishi CystralMover-Singapore	11.20 x 2.70	14300	473	18/105	136	2	70	12,600
7	UTDC Sky Train-Vancouver	17.40 x 2.65	21500	466	42/130	165	4-5	90	28,000
8	Bombardier Mark VI Monorail	11.80 x 2.64	8,000	257	84/ 224	36	3-6	85	13,440

2.7 Perencanaan Geometrik Jalan Rel

2.7.1 Pemilihan Trase

Trase atau yang biasa disebut dengan sumbu jalan yaitu berupa garis-garis lurus yang saling berhubungan yang terdapat pada peta topografi suatu muka tanah.

Ada beberapa cara yang digunakan sebagai pertimbangan dalam pemilihan trase yang dimana menjadi persyaratan dalam pemilihan trase jalan raya/ jalan rel sehingga trase tersebut layak untuk dipilih. Beberapa syarat yang dijadikan pertimbangan untuk pemilihan trase yaitu:

1. Panjang jalur rencana

Prinsip utama seorang engineer teknik sipil adalah biaya, mutu waktu. Dalam hal ini perencana jalan tentunya akan memilih jalur yang ekonomis. Ekonomis disini berarti suatu jalan dapat dibangun dengan kualitas dan harga yang terjangkau. Maka dengan merencanakan trase yang semakin pendek maka biaya pembangunan relative kecil.

2. Elevasi Permukaan Tanah Jalur.

Jalan yang terlalu curam akan membuat kendaraan menjadi terasa lebih berat akibat adanya gaya sentrifugal. Pemilihan elevasi jalur juga sangat berpengaruh terhadap besar jumlah galian dan timbunan yang dibutuhkan. Pemilihan elevasi ini diharapkan dapat memilih jalur dengan kondisi elevasi tanah yang tidak terlalu jauh berbeda ketinggiannya, sehingga dapat mengurangi volume galian dan timbunan yang terlalu besar.

3. Jari-jari Lengkung Geometri

Penentuan jari-jari lengkung geometri dalam menarik trase jalan akan sangat mempengaruhi keadaan jalan rel

setelah dibangun. Perencana jalan rel diharapkan dapat merencanakan jalan rel dengan jari-jari yang cukup besar, hal ini dikarenakan semakin kecil jari – jari lengkung geometri yang digunakan maka semakin tajam tikungannya.

2.7.2 Geometrik Jalan Rel

Geometrik AGT diasumsikan mengikuti geometrik jalan rel, oleh sebab itu dasar teori yang diacu adalah geometrik jalan rel. Geometrik jalan rel direncanakan berdasarkan kecepatan rencana serta ukuran dan beban kereta yang melewatinya dengan mempertimbangkan faktor keamanan, kenyamanan, dan ekonomi.

Karakteristik dasar dari jalan rel menjadi dasar pembuatan geometrik jalan rel, semisal alinyemen vertikal dan alinyemen horisontal. Geometrik jalan rel juga direncanakan dengan memperhatikan faktor keamanan, kenyamanan, ekonomi dan keserasian dengan lingkungan sekitarnya. Perencanaan geometrik jalan rel yang disajikan didalam tugas akhir ini mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012.

2.7.2.1 Lengkung Horisontal

Alinemen horisontal adalah proyeksi sumbu jalan rel pada bidang horisontal.

Jari-jari lengkung ditentukan dengan:

$$R = \frac{11,8V^2}{h} \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana:

R = jari-jari lengkung horizontal (m)

V = kecepatan rencana (km/jam)

H = peninggian rel dalam lengkung horizontal (maks = 120 mm).

a. Lengkung peralihan

Lengkung peralihan adalah lengkung yang jari-jarinya berubah beraturan. Panjang minimum dari lengkung peralihan ditetapkan dengan rumus:

$$Lh = l + \frac{l}{10} \left(\frac{l}{2R} \right)^2 \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana:

- Ls = panjang minimum lengkung peralihan (m)
 l = panjang proyeksi lengkung peralihan (m)
 R = jari-jari lengkung horizontal (m)

b. Sudut spiral

Sudut spiral adalah sudut yang dibentuk pada titik SC dan CS.

$$\theta_s = \frac{90Ls}{\pi R} \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana:

- Ls = panjang lengkung peralihan (m)
 R = jari-jari lengkung horizontal (m)

c. Panjang busur lingkaran

Panjang busur lingkaran adalah panjang lengkung titik SC dan CS.

$$Lc = \frac{(\Delta - 2\theta_s)\pi R}{180} \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana:

- R = jari-jari lengkung horizontal (m)
 θ_s = sudut spiral yang dibentuk
 Δ = sudut tikungan

d. Panjang proyeksi titik P

Titik P adalah panjang proyeksi antara garis bantu PI tegak lurus terhadap pusat lingkaran.

$$P = \frac{L_s^2}{6R} - R(1 - \cos\theta_s) \dots \dots \dots (2.10)$$

Dimana:

- Ls = panjang lengkung peralihan (m)
 R = jari-jari lengkung horizontal (m)
 θ_s = sudut spiral yang dibentuk

e. Panjang k

K adalah panjang proyeksi datar antara titik TS dengan SC.

$$k = Ls - \frac{L_s^3}{40R^2} - R \sin\theta_s \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana:

- Ls = panjang lengkung peralihan (m)
 R = jari-jari lengkung horizontal (m)
 θ_s = sudut spiral yang dibentuk

f. Panjang Ts

Panjang Ts adalah panjang dari titik TS ke titik PI.

$$Ts = (R + P) \operatorname{tg}\left(\frac{1}{2}\Delta\right) + k \dots \dots \dots (2.12)$$

Dimana:

- R = jari-jari lengkung horizontal (m)
 P = panjang proyeksi garis bantu PI (m)
 k = panjang antara titik TS dengan SC (m)
 Δ = sudut tikungan

g. Panjang titik E

Panjang titik E adalah titik yang menghubungkan PI ke pusat lingkaran.

$$E = \frac{(R+P)}{\cos\left(\frac{1}{2}\Delta\right)} - R \dots \dots \dots (2.13)$$

Dimana:

- R = jari-jari lengkung horizontal (m)
 P = panjang proyeksi garis bantu PI (m)
 Δ = sudut tikungan

g. Panjang Xs dan Ys

Merupakan koordinat peralihan dari circle ke spiral.

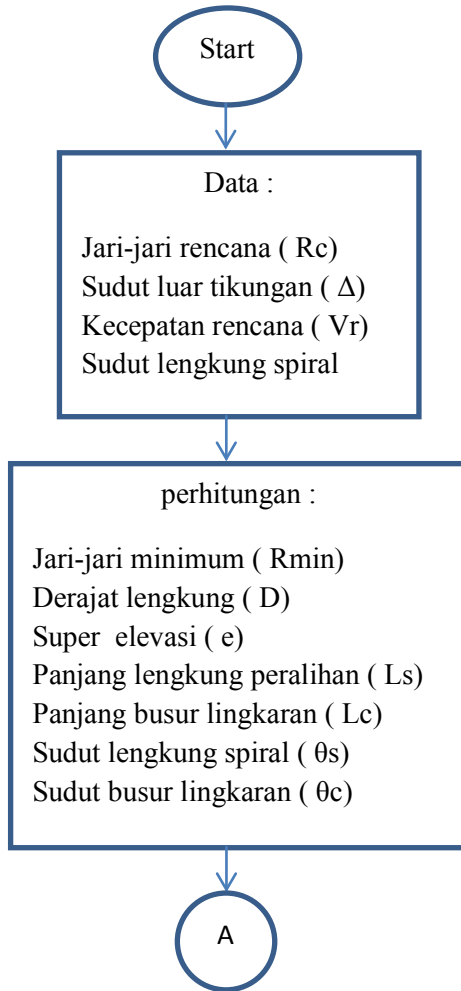
$$Ys = \frac{Ls^2}{6R} \dots \dots \dots (2.14)$$

$$Xs = \frac{hV}{144} \dots \dots \dots (2.15)$$

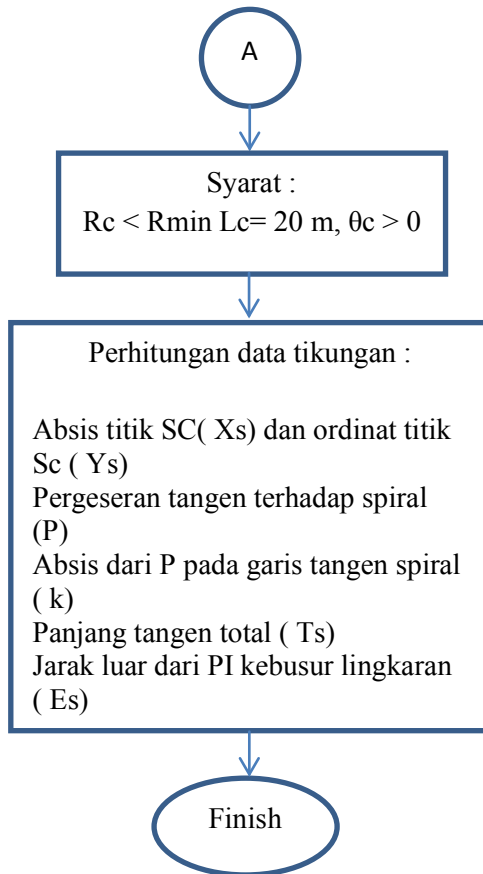
Dimana:

- R = jari-jari lengkung horizontal (m)
 Ls = panjang peralihan (m)
 h = peninggian rel (m)
 V = kecepatan rencana (km/jam)

Untuk lebih jelas mengenai proses perhitungan dalam pengerjaan alinemen horisontal dengan jenis lengkung S-C-S ini dapat dilihat sebagaimana dijelaskan pada diagram alir pada gambar 2.10



Gambar 2.10 Diagram Alir *Spiral Circle Spiral*

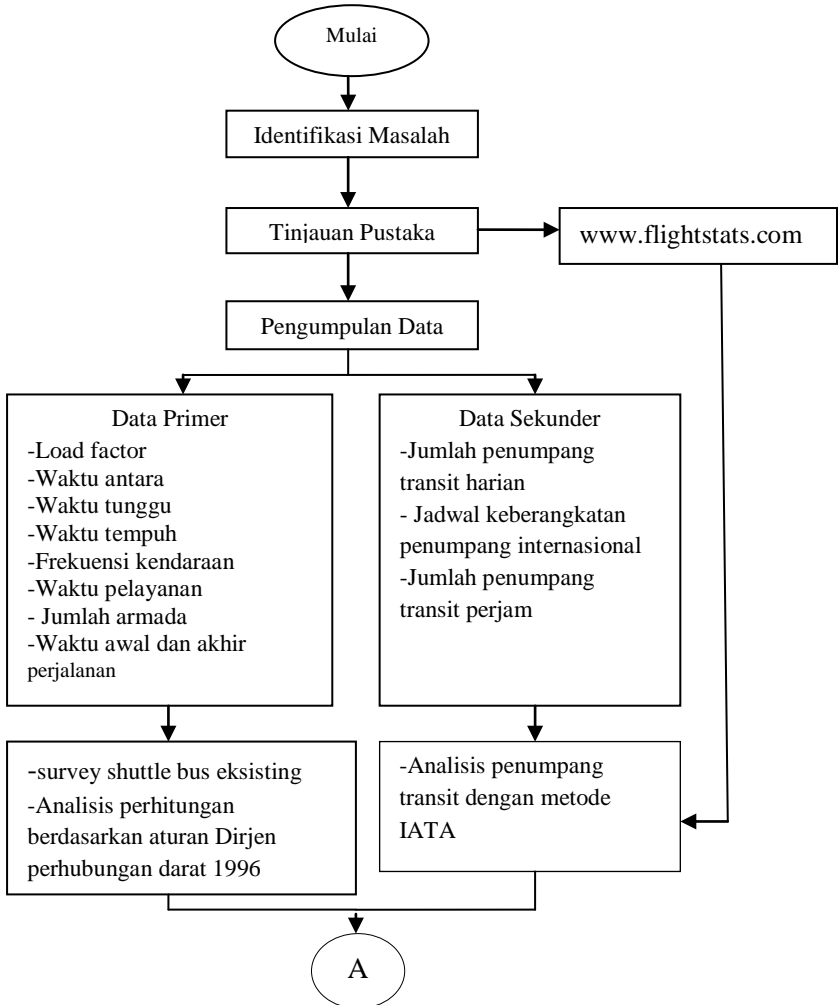


Gambar 2.10 Diagram Alir *Spiral Circle Spiral* (lanjutan)

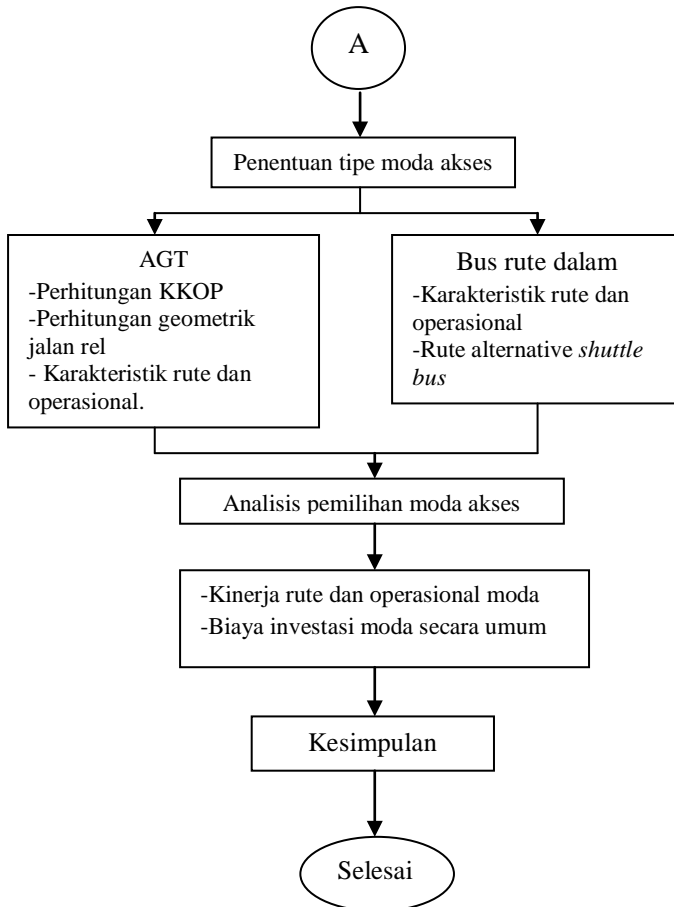
BAB III METODOLOGI

3.1 Diagram Alir

Diagram alir dari pelaksanaan penelitian untuk tugas akhir ini dapat dilihat pada diagram di bawah.



Gambar 3.1 Diagram Alir



Gambar 3.1 Diagram Alir (lanjutan)

3.2 Identifikasi Masalah

Berisi tentang masalah yang akan dibahas dalam tugas akhir yakni menentukan kinerja rute dan operasional *shuttle bus* eksisting, menentukan alternative moda akses yang tepat untuk dibangun didalam kawasan bandara serta menentukan perbandingan investasi dan kinerja rute dan operasional moda akses antar terminal antara *shuttle bus* eksisting, *shuttle bus* rute dalam dan *automated guided transit* (AGT).

3.3 Studi Pustaka

Studi pustaka pada tugas akhir diperlukan sebagai sarana penunjang untuk menyelesaikan Tugas Akhir. Di dalam proses studi pustaka, dapat diketahui berbagai macam dasar teori yang digunakan dalam pengerjaan Tugas akhir, meliputi pengetahuan tentang teori pemilihan moda, perhitungan data penumpang harian menggunakan metode IATA, peraturan terkait Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP), peraturan dan teori terkait cara pengerjaan geometrik jalan rel.

3.4 Pengumpulan Data

Dalam penulisan Tugas Akhir dengan judul “ Studi Pemilihan Moda Akses Antar Terminal Bandar Udara Juanda” ini dibutuhkan beberapa data untuk mendukung pengerjaannya. Data-data yang digunakan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini secara garis besar dibagi menjadi dua, yaitu primer dan data sekunder.

3.4.1 Data Primer

Data primer dalam tugas akhir ini didapatkan melalui survey yang dilakukan kepada *shuttle bus* di bandar udara Juanda. Survey dilakukan pada tanggal 12 – 18 Januari 2015. Survey ini berupa survey pergerakan *shuttle bus* antar gedung terminal

bandar udara Juanda. Jam operasi *shuttle bus* selama 21 jam dari jam 04:00-24:00. Tapi, survey yang dilakukan hanya 14 jam dari jam 09:00- 22:00 WIB, karena diasumsikan kedatangan penumpang di bandar udara Juanda dimulai pukul 09:00 WIB.

Terdapat 4 *shuttle bus* yang beroperasi di bandar udara Juanda. Kapasitas tempat duduk *shuttle bus* sebanyak 30 buah. Jarak terminal 1 ke terminal 2 adalah 6.6 km (gambar 1.1) , sedangkan jarak terminal 2 ke terminal 1 adalah 9.9 km (gambar 1.2).

Shuttle bus ditujukan untuk para penumpang transit tapi dalam pelaksanaan survey didapatkan adanya beberapa penumpang yang bukan penumpang transit. *Shuttle bus* sendiri belum memiliki jadwal yang tetap sehingga untuk waktu antara dan waktu tempuh bisa berubah pada setiap perjalanan tergantung kondisi jalan pada saat jam tersebut.

Dari hasil survey *shuttle bus* didapat data waktu tunggu dan waktu tempuh seperti hasil survey Senin, 12 Januari 2015 yang ditunjukkan oleh Tabel 3.1. Tabel survey *shuttle bus* perhari dapat dilihat pada lampiran 1.

Dari tabel 3.1 dapat dilihat bahwa waktu tunggu terlama terjadi pada pukul 17:50 –18:45, hal ini disebabkan oleh jumlah penumpang yang menaiki *shuttle bus* semakin berkurang, sedangkan waktu tempuh terlama terjadi pada pukul 15:50 – 17:30 mencapai 25 menit-45 menit, hal ini disebabkan oleh volume jalan yang meningkat akibat jam pulang kerja.

Tabel 3.1 Data Waktu Tunggu dan Waktu tempuh shuttle bus di Terminal 1 dan Terminal 2

No	No Plat	terminal 1			terminal 2				
		waktu kedatangan	waktu keberangkatan	waktu tunggu	waktu tempuh T1-T2	waktu kedatangan	waktu keberangkatan	waktu tunggu	waktu tempuh T2-T1
1	a	9:00	9:18	0:18	0:22	9:40	9:50	0:10	0:20
2	b	9:15	9:30	0:15	0:22	9:52	10:11	0:19	0:22
3	c	9:30	9:48	0:18	0:25	10:13	10:27	0:14	0:23
4	d	9:48	10:10	0:22	0:26	10:36	10:45	0:09	0:25
5	a	10:10	10:33	0:23	0:25	10:58	11:05	0:07	0:25
6	b	10:33	10:50	0:17	0:25	11:15	11:29	0:14	0:24
7	c	10:50	11:10	0:20	0:25	11:35	11:50	0:15	0:25
8	d	11:10	11:30	0:20	0:24	11:54	12:05	0:11	0:30
9	a	11:30	11:53	0:23	0:22	12:15	12:30	0:15	0:25
10	b	11:53	12:15	0:22	0:25	12:40	12:55	0:15	0:30
11	c	12:15	12:35	0:20	0:25	13:00	13:20	0:20	0:23
12	d	12:35	12:55	0:20	0:25	13:20	13:42	0:22	0:28
13	a	12:55	13:25	0:30	0:25	13:50	14:05	0:15	0:30
14	b	13:25	13:43	0:18	0:25	14:08	14:30	0:22	0:30

Tabel 3.1 Data Waktu Tunggu dan Waktu tempuh shuttle bus di Terminal 1 dan Terminal 2 (Lanjutan)

No	No Plat	terminal 1				terminal 2			
		waktu kedatangan	waktu keberangkatan	waktu tunggu	waktu tempuh T1-T2	waktu kedatangan	waktu keberangkatan	waktu tunggu	waktu tempuh T2-T1
15	c	13:43	14:10	0:27	0:28	14:38	15:00	0:22	0:25
16	d	14:10	14:35	0:25	0:23	14:58	15:17	0:19	0:33
17	a	14:35	15:00	0:25	0:25	15:25	15:50	0:25	0:25
18	b	15:00	15:25	0:25	0:25	15:50	16:20	0:30	0:30
19	c	15:25	15:50	0:25	0:23	16:13	16:46	0:33	0:37
20	d	15:50	16:15	0:25	0:20	16:35	16:50	0:15	0:40
21	a	16:15	16:50	0:35	0:25	17:15	17:30	0:15	0:45
22	b	16:50	17:23	0:33	0:27	17:50	18:20	0:30	0:25
23	c	17:23	17:48	0:25	0:37	18:25	19:00	0:35	0:27
24	d	17:30	18:15	0:45	0:45	19:00	19:28	0:28	0:27
25	a	18:15	18:45	0:30	0:30	19:15	19:40	0:25	0:27
26	b	18:45	19:20	0:35	0:25	19:45	20:00	0:15	
27	c	19:27	19:50	0:23	0:25	20:15	20:30	0:15	
28	d	19:55	20:17	0:22	0:21	20:38	20:55	0:17	
29	a	20:07	20:25	0:18	0:25	20:50	21:25	0:35	

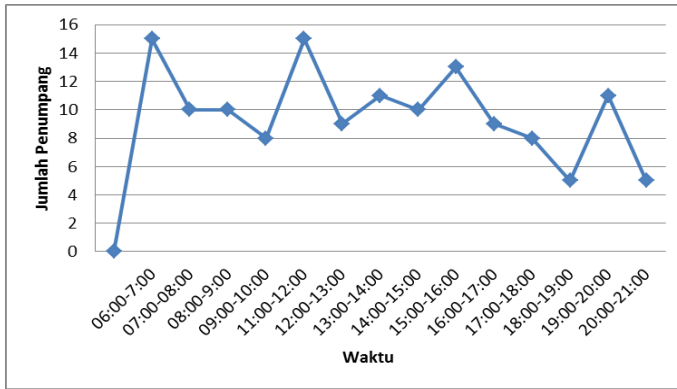
Keterangan: a,b,c dan d adalah nomor plat *shuttle bus* yaitu L 7610 UA, L7601 UA, L 7603 UA, dan L 7602 UA.

Tabel 3.2 Waktu tunggu dan waktu tempuh rata-rata per hari selama 1 minggu

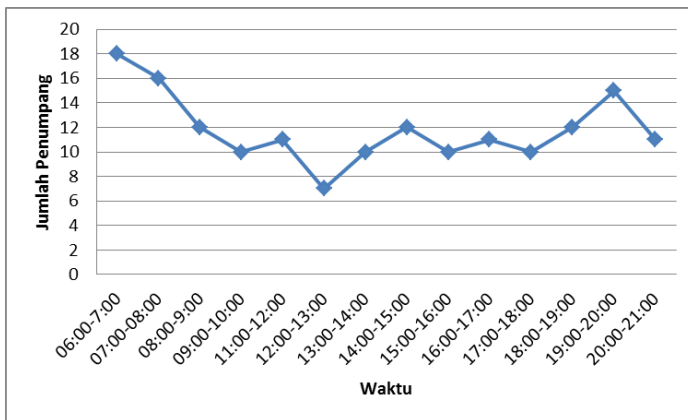
Hari	Terminal 1			Terminal 2		
	waktu antara	waktu tunggu	waktu tempuh	waktu antara	waktu tunggu	waktu tempuh
Senin	0:22	0:24	0:25	0:22	0:19	0:28
Selasa	0:23	0:21	0:25	0:23	0:21	0:28
Rabu	0:23	0:22	0:26	0:23	0:20	0:27
Kamis	0:23	0:24	0:23	0:23	0:26	0:27
Jumat	0:23	0:21	0:23	0:23	0:28	0:25
Sabtu	0:23	0:21	0:23	0:23	0:26	0:27
Minggu	0:23	0:22	0:24	0:24	0:27	0:25
waktu rata-rata	0:23	0:22	0:24	0:23	0:24	0:27

Dari tabel 3.2 dapat dilihat bahwa waktu antara, waktu tunggu dan waktu tempuh rata-rata dari terminal 1 menuju terminal 2 adalah 23 menit, 22 menit dan 24 menit. Sedangkan waktu antara, waktu tunggu dan waktu tempuh rata-rata untuk arah sebaliknya adalah 23 menit, 24 menit dan 27 menit.

Selain survey *shuttle bus*, dilakukan juga survey penumpang *shuttle bus* pada hari yang sama yaitu berupa jumlah penumpang yang menaiki *shuttle bus* dengan rute tujuan dari/ menuju terminal 1 dan terminal 2. Survey dilakukan pada tanggal 13 mei 2015, mulai pukul 09.00 sampai pukul 21.00. Grafik jumlah penumpang *shuttle bus* dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3 berikut.



Gambar 3.2 Grafik Jumlah penumpang Shuttle bus dari terminal 1 menuju terminal 2 Bandara Juanda



Gambar 3.3 Grafik Jumlah penumpang Shuttle bus dari terminal 2 menuju terminal 1 Bandara Juanda.

Dari grafik pada gambar 3.2 dapat dilihat bahwa jumlah penumpang terbanyak yang melakukan perjalanan dari terminal 1 menuju ke terminal 2 sebanyak 15 penumpang. Sedangkan untuk arah sebaliknya sebanyak 18 penumpang.

3.4.2 Data Sekunder

3.4.2.1 Data Penumpang Transit

Untuk data penumpang transit harian diperoleh berupa hasil pencatatan kegiatan operasional yang terjadi selama bulan Januari-Oktober 2014. Dari data tersebut dapat diketahui jumlah pergerakan penumpang transit perharinya selama satu bulan. Berikut merupakan tabel jumlah pergerakan penumpang transit perhari pada bulan Januari 2014. Tabel pergerakan penumpang transit perbulan dapat dilihat pada lampiran 2.

Dari tabel 3.3 jumlah total penumpang yang berangkat pada tanggal 1 Januari 2014 sebanyak 1753 penumpang. Dari data tersebut dapat dilakukan perhitungan asumsi jumlah penumpang transit perjamnya dengan menentukan prosentase jumlah penumpang harian perjam yang kemudian hasil prosentase tersebut dikalikan dengan jumlah total penumpang harian untuk lebih detail mengenai perhitungan dapat dilihat pada bab IV.

3.4.2.2 Data Jadwal Keberangkatan Penumpang (Kondisi Riil)

Untuk data keberangkatan penumpang harian pada kondisi riil diperoleh dari www.flightstats.com, dari data tersebut dapat diketahui jumlah pergerakan penumpang dan pergerakan pesawat yang terjadi, jadwal keberangkatan, jenis airlines dan jenis pesawat yang digunakan.

Dalam pengolahan data keberangkatan penumpang, data yang digunakan hanya data penumpang dengan penerbangan internasional karena diasumsikan penumpang tersebut berpindah terminal atau transit. Jadwal penerbangan untuk kondisi riil menggunakan jadwal hari Rabu 1 Januari 2015, jadwal ini digunakan karena data harian yang diperoleh dimulai pada tanggal 1 Januari 2014 sehingga data pergerakan penumpang dan pergerakan pesawat pada tanggal 1 Januari 2015 diasumsikan sama dengan tanggal 1 Januari 2014. Perbedaan tahun pada data

penumpang transit dan data jadwal keberangkatan penumpang (kondisi rill) disebabkan oleh keterbatasan akses yang ada. Berikut merupakan jadwal keberangkatan penerbangan yang terjadi pada hari Rabu tanggal 1 januari 2015.

Tabel 3.3 Jumlah pergerakan penumpang transit perhari pada bulan januari 2014

JANUARI		
tanggal	internasional	domestik
1	1497	256
2	1741	277
3	1770	348
4	1958	418
5	1985	445
6	1967	382
7	2059	395
8	1759	412
9	1627	315
10	1717	313
11	1567	379
12	1553	312
13	1411	297
14	1648	365
15	1418	319
16	1613	279
17	1361	285
18	1381	299
19	1666	262
20	1280	294

Tabel 3.3 Jumlah pergerakan penumpang transit perhari pada bulan Januari 2014 (lanjutan)

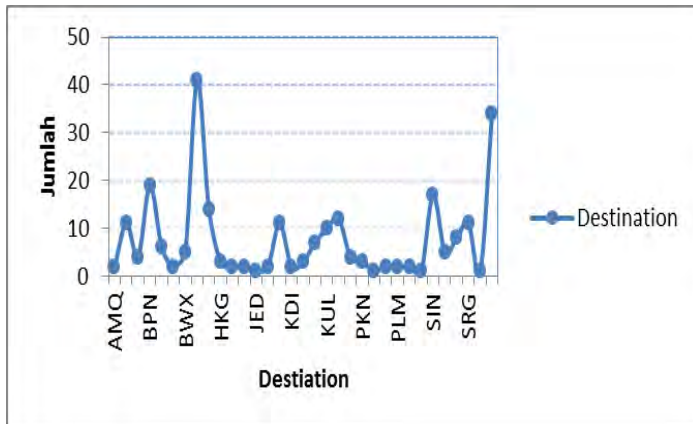
JANUARI		
tanggal	internasional	domestik
21	1322	333
22	1218	241
23	1550	280
24	1255	254
25	1423	383
26	1381	339
27	1146	288
28	1460	239
29	1441	382
30	1394	184
31	1457	235

Tabel 3.4 Jadwal Keberangkatan Domestik dan Internasional bulan Januari (terlampir)

No	Destinasion	Call sign	Airlines	Jadwal Keberangkatan	Type A/C	Kapasitas
		GA 631	Garuda Indonesia	5:35	CRK	
1	SIN Singapore	CI 752	China Airlines	6:05	333	440
2	SIN Singapore	GA 9995^	Garuda Indonesia	6:05	333	440
3	CGK Jakarta	GA 303	Garuda Indonesia	5:25	738	
4	UPG Ujung Pandang	SJ 566	Sriwijaya Air	6:00	735	

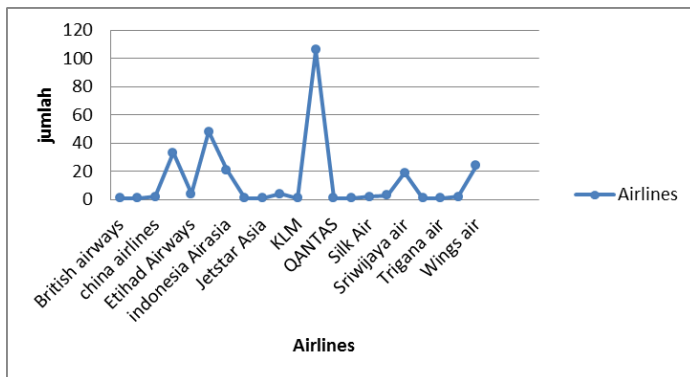
262	KOE Kupang	ID* 6330	Batik Air	20:55	738	179
263	DPS Denpasar	CTV 646	Citilink	18:20	320	179
264	JHB Johor Bharu	CTV 8870	Citilink	19:10	320	179

Dari tabel 3.4 dapat dilihat bahwa terjadi 264 pergerakan pesawat. Dari data tersebut dapat dilakukan peramalan dengan metode IATA dengan dilakukan pendistribusian penumpang sehingga akan diperoleh jumlah penumpang yang terjadi pada kondisi peak hour tiap 10 menit.



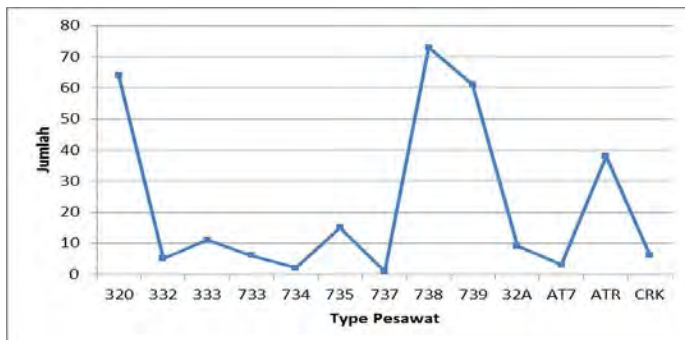
Gambar 3.4 Grafik jumlah destinasi data keberangkatan penumpang transit

Dari grafik pada gambar 3.4 menunjukkan jumlah masing-masing destinasi yang terjadi pada tanggal 1 Januari 2015.



Gambar 3.5 Grafik jumlah Maskapai data keberangkatan penumpang transit

Dari grafik pada gambar 3.5 menunjukkan jumlah masing-masing *airlines* yang terjadi pada tanggal 1 Januari 2015.



Gambar 3.6 Grafik jumlah type pesawat data keberangkatan penumpang transit.

Dari grafik pada gambar 3.6 menunjukkan jumlah masing-masing tipe pesawat yang terjadi pada tanggal 1 Januari 2015.

“ Halaman ini sengaja dikosongkan ”

BAB IV ANALISA DATA

4.1 Evaluasi Kinerja Rute dan Operasional *Shuttle Bus* Eksisting

Setelah survey *shuttle bus* eksisting dilakukan selanjutnya dilakukan evaluasi terhadap rute *shuttle bus* tersebut . Rute *shuttle bus* eksisting via Jl. Raya Bandara- Jl. Raya Sedati- Jl. Raya Juanda. Evaluasi yang dilakukan terkait *load factor*, waktu antara, waktu tunggu, waktu pelayanan, jumlah armada , waktu tempuh dan waktu awal dan akhir perjalanan.

4.1.1 Evaluasi Kinerja Rute dan Operasional *Shuttle bus* eksisting Terminal 1 menuju Terminal 2

Layout rute *shuttle bus* eksisting dapat dilihat pada Gambar 1.1. Dari survey *shuttle bus* selama 1 minggu didapat waktu tunggu, waktu tempuh dan *headway* rata-rata untuk rute Terminal 1- Terminal 2 seperti pada tabel 4.1

Tabel 4.1 *Headway*, Waktu tunggu dan Waktu tempuh rata-rata Terminal 1

Hari	Terminal 1		
	waktu antara	waktu tunggu	waktu tempuh
Senin	0:22	0:24	0:25
Selasa	0:23	0:21	0:25
Rabu	0:23	0:22	0:26
Kamis	0:23	0:24	0:23
Jumat	0:23	0:21	0:23
Sabtu	0:23	0:21	0:23

Tabel 4.1 *Headway*, Waktu tunggu dan Waktu tempuh rata-rata Terminal 1(lanjutan)

Hari	Terminal 1		
	waktu antara	waktu tunggu	waktu tempuh
Minggu	0:23	0:22	0:24
waktu rata-rata	0:23	0:22	0:24

$$1. \text{ Waktu Perjalanan T1-T2} = \frac{24}{6.6} = 3.63 \text{ menit/km}$$

Waktu perjalanan diperhitungkan hanya untuk mengikuti standar dari dirjen perhubungan darat 1999. Dalam kondisi riil waktu perjalanan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti *traffic light*.

2. Load factor

Armada yang akan digunakan direncanakan menggunakan *shuttle bus* eksisting dengan kapasitas $C_v = 30$ penumpang. *Headway* kendaraan 23 menit. Dengan data tersebut maka dapat dihitung kapasitas jalur:

$$C_o = \frac{C_v \times 3600}{H}$$

Dimana :

C_o = Kapasitas Jalur

C_v = kapasitas kendaraan, direncanakan 30 penumpang

H = *headway*, direncanakan 23 menit

Dengan persamaan diatas, didapat nilai C_o :

$$C_o = \frac{30 \times 3600}{23 \times 60} = 79 \text{ penumpang}$$

Load factor kendaraan yang direncanakan harus bernilai kurang dari satu agar kapasitas kendaraan yang tersedia dapat

mencakupi jumlah penumpang. Nilai *load factor* didapatkan melalui persamaan:

$$LF = \frac{P}{Co}$$

Dimana:

LF = *Load factor* atau faktor muat

P = jumlah penumpang terbanyak dalam 1 jam. Nilai P didapatkan dari hasil survey jumlah penumpang yang menggunakan *shuttle bus* yaitu sebanyak 15 penumpang/jam.

Co = kapasitas jalur

$$LF = \frac{15}{79} = 0.189 < 1$$

Dari data perhitungan diatas maka dapat dinilai keefektifan pelayanan *Shuttle Bus* eksisting rute T1-T2 dari segi penyedia dapat diukur menggunakan standar yang telah ditetapkan oleh Dirjen Perhubungan tahun 1999 sebagaimana ditunjukkan pada Tabel4.2

Tabel 4.2 Penilaian Pelayanan *Shuttle Bus* Eksisting Berdasarkan Standar Dirjen Perhubungan Darat

Parameter Penilaian	Standar Penilaian			Hasil Penilaian Shuttle bus Eksisting	kriteria
	1	2	3		
Load factor (%)	> 1	0.8-1	<0.8	0.189	Baik
Headway (menit)	>15	5-10	<10	23	Kurang
Waktu Perjalanan (menit/km)	>12	6-12	>10	3.63	Baik
Frekuensi (kendaraan/jam)	<4	4-6	>6	4	Sedang
Jumlah Kendaraan yang beroperasi (%)	<82	82-100	>100	100	Baik
Waktu Tunggu	>30	20-30	<20	22	Sedang
Awal dan akhir waktu pelayanan	05-18	05-20	05-22	04.00-24.00	Baik
Total Nilai					20

4.1.2 Evaluasi Kinerja Rute dan Operasional *Shuttle bus* eksisting Terminal 2 menuju Terminal 1

Layout rute *shuttle bus* eksisting dapat dilihat pada Gambar 1.2. Dari survey *shuttle bus* selama 1 minggu didapat waktu tunggu, waktu tempuh dan *headway* rata-rata untuk rute Terminal 2- Terminal 1 seperti pada tabel berikut:

Tabel 4.3 *Headway*, Waktu tunggu dan Waktu tempuh rata-rata Terminal 2

Hari	Terminal 2		
	waktu antara	waktu tunggu	waktu tempuh
Senin	0:22	0:19	0:28
Selasa	0:23	0:21	0:28
Rabu	0:23	0:20	0:27
Kamis	0:23	0:26	0:27
Jumat	0:23	0:28	0:25
Sabtu	0:23	0:26	0:27
Minggu	0:24	0:27	0:25
waktu rata-rata	0:23	0:24	0:27

$$1 \text{ Waktu Perjalanan T2-T1} = \frac{27}{9.9} = 2.72 \text{ menit/km}$$

2. Load factor

Armada yang akan digunakan direncanakan menggunakan *shuttle bus* eksisting dengan kapasitas $C_v = 30$ penumpang. *Headway* kendaraan 23 menit. Dengan data tersebut maka dapat dihitung kapasitas jalur:

$$C_o = \frac{C_v \times 3600}{H}$$

Dimana :

C_o = Kapasitas Jalur

C_v = kapasitas kendaraan, direncanakan 30 penumpang

H = *headway* direncanakan 23 menit.

Dengan persamaan diatas, didapat nilai C_o :

$$C_o = \frac{30 \times 3600}{23 \times 60} = 79 \text{ penumpang}$$

Load factor kendaraan yang direncanakan harus bernilai kurang dari satu agar kapasitas kendaraan yang tersedia dapat mencakupi jumlah penumpang. Nilai *load factor* didapatkan melalui persamaan:

$$LF = \frac{P}{C_o}$$

Dimana:

LF = *Load factor* atau faktor muat

P = jumlah penumpang terbanyak dalam 1 jam. Nilai P didapatkan dari hasil survey jumlah penumpang yang menggunakan shuttle bus, yaitu sebanyak 18 penumpang/jam.

C_o = kapasitas jalur

$$LF = \frac{18}{79} = 0.227 < 1$$

Dari data perhitungan diatas maka dapat dinilai keefektifan pelayanan Shuttle Bus eksisting rute T2-T1 dari segi penyedia dapat diukur menggunakan standar yang telah ditetapkan oleh Dirjen Perhubungan tahun 1999 sebagai berikut:

Tabel 4.4 Penilaian Pelayanan Shuttle Bus Berdasarkan Standar Dirjen Perhubungan Darat

Parameter Penilaian	Standar Penilaian			Hasil Penilaian Shuttle bus Eksisting	kriteria
	1	2	3		
Load factor	> 1	0.8-1	<0.8	0.189	Baik
Headway (menit)	>15	5-10	<10	23	Kurang
Waktu Perjalanan (menit/km)	>12		>10	2.72	Baik
Frekuensi (kendaraan/jam)	<4	4-6	>6	3	Sedang
Jumlah armada	<82	82-100	>100	100	Baik
Waktu Tunggu	>30	20-30	<20	24	Sedang
Awal dan akhir waktu pelayanan	05-18	05-20	05-22	04.00-24.00	Baik
Total Nilai					20

Dari tabel 4.2 dan tabel 4.3 didapat hasil penilaian kualitas pelayanan shuttle bus adalah 20 berada pada range nilai 18,00-24,00 yang termasuk kriteria baik, namun masih perlu adanya peningkatan pada kualitas pelayanannya, yaitu *headway*, frekuensi kendaraan dan waktu tunggu. Tentunya parameter-parameter tersebut harus lebih ditingkatkan agar pelayanan *shuttle bus* eksisting menjadi sangat baik.

4.2 Analisis Penumpang Transit

Setelah menghitung pergerakan total penumpang transit harian pada tanggal 1 Januari 2014 diperoleh sebanyak 1753 penumpang. Untuk melakukan analisis penumpang transit perjam data yang dibutuhkan yaitu data jadwal keberangkatan penumpang seperti pada tabel 4.5. Tabel 4.5 ini merupakan duplikasi dari tabel 3.4 yang membedakan adalah bahwa ditabel 4.5 ada informasi mengenai kapasitas pesawat yang diperoleh dari manual aircraft untuk masing-masing jenis pesawat.

Tabel 4.5 Jadwal Keberangkatan Penumpang Penerbangan Internasional

No	Destination	Airlines	Call sign	Type A/C	Kapasitas	Jadwal Keberangkatan
1	SIN Singapore	China Airlines	CI 752	333	440	6:05
2	SIN Singapore	Garuda Indonesia	GA 9995^	333	440	6:05
3	KUL Kuala Lumpur	Indonesia AirAsia	QZ 320	320	179	6:05
4	SIN Singapore	China Airlines	CI 752	333	440	6:05
5	SIN Singapore	Garuda Indonesia	GA 9995^	333	440	6:05
6	KUL Kuala Lumpur	Indonesia AirAsia	QZ 320	320	179	6:05
7	BWN Bandar Seri Begawan	Royal Brunei Airlines	BI 796	320	179	6:30

Tabel 4.5 Jadwal Keberangkatan Penumpang Penerbangan Internasional (lanjutan)

No	Destination	Airlines	Call sign	Type A/C	Kapasitas	Jadwal Keberangkatan
8	BWN Bandar Seri Begawan	Garuda Indonesia	GA 9006^	320	179	6:30
9	JED Jeddah	Garuda Indonesia	GA 984	333	440	6:50
10	SIN Singapore	Garuda Indonesia	GA 854	738	162	7:30
11	SIN Singapore	KLM	KL 4056^	738	162	7:30
12	SIN Singapore	Air France	AF 3930^	738	162	7:30
13	SIN Singapore	Singapore Airlines	SQ 5554^	738	162	7:30
14	HKG Hong Kong	Cathay Pacific	CX 780	333	440	8:45
15	HKG Hong Kong	JAL	JL 7920^	333	440	8:45
16	HKG Hong Kong	British Airways	BA 4570^	333	440	8:45
17	KUL Kuala Lumpur	AirAsia	AK 365	320	179	8:50
18	JHB Johor Baru	Indonesia AirAsia	QZ 390	320	179	9:25
19	SIN Singapore	Tigerair Singapore	TR 2261	320	179	10:10
20	SIN Singapore	Singapore Airlines	SQ 931	333	440	10:10
21	SIN Singapore	Virgin Australia	VA 5583^	333	440	10:10
22	SIN Singapore	SilkAir	MI 5881^	333	440	10:10
23	KUL Kuala Lumpur	Indonesia AirAsia	QZ 322	320	179	12:10
24	SIN Singapore	Jetstar Asia	3K 248	320	179	13:15
25	SIN Singapore	Qantas	QF 4279^	320	179	13:15

Tabel 4.5 Jadwal Keberangkatan Penumpang Penerbangan Internasional (lanjutan)

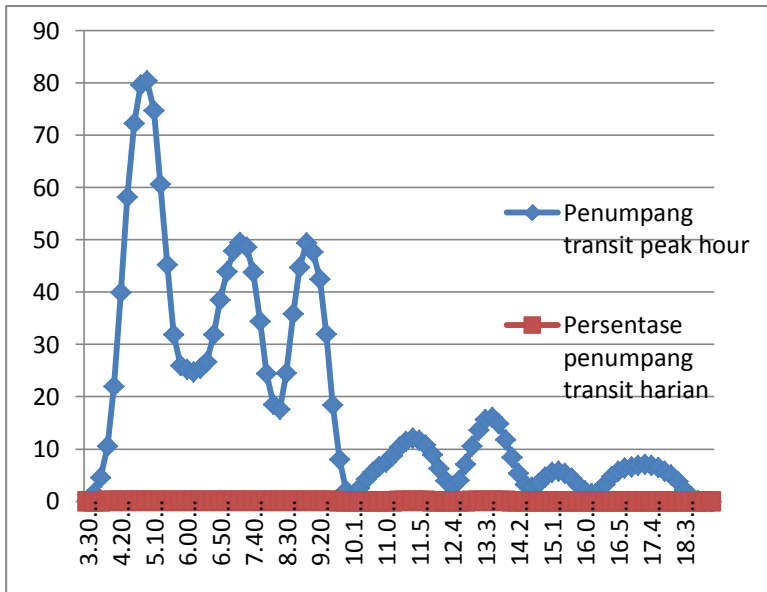
No	Destination	Airlines	Call sign	Type A/C	Kapasitas	Jadwal Keberangkatan
26	KUL Kuala Lumpur	Citilink	CTV 8856	320	179	14:55
27	KUL Kuala Lumpur	Citilink	CTV 8856	320	179	14:55
28	KUL Kuala Lumpur	Indonesia AirAsia	QZ 324	320	179	15:10
29	KUL Kuala Lumpur	Indonesia AirAsia	QZ 8297	320	179	16:45
30	KUL Kuala Lumpur	Indonesia AirAsia	QZ 326	320	179	18:25
31	JHB Johor Bharu	Citilink	CTV 8870	320	179	19:10

Dari tabel tersebut dilakukan analisis pendistribusian penumpang berdasarkan metode IATA terhadap penerbangan internasional sebanyak 31 pergerakan pesawat.

Adapun langkah perhitungan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Setiap jadwal keberangkatan didistribusikan sampai 2 jam sebelum jadwal keberangkatan, type persebaran disesuaikan dengan metode IATA setiap 10 menit.
2. Setelah semua penerbangan selesai dimasukkan, semua jumlah keberangkatan penumpang diakumulasikan setiap 10 menit.
3. Setelah diperoleh jumlah penumpang setiap 10 menit, data tersebut dijadikan data perjam.
4. Data perjam selanjutnya diolah dalam bentuk persentase terhadap total penumpang perhari.
5. Data persentase tersebut kemudian dikali dengan jumlah total penumpang transit sehingga diperoleh jumlah penumpang transit pada setiap jamnya.

6. Dari poin 5 lalu ditentukan jumlah penumpang transit terbesar perjamnya adalah 80 penumpang perjam pada pukul 05.00-06.00(terlampir).



Gambar 4.1 Jumlah penumpang transit terbesar pada saat *peak hour* (terlampir)

Setelah data penumpang transit terbesar perjam diperoleh, selanjutnya data tersebut digunakan pada analisis pemilihan alternatif moda akses pada rute yang telah direncanakan.

4.3 Perencanaan Alternatif Moda Akses

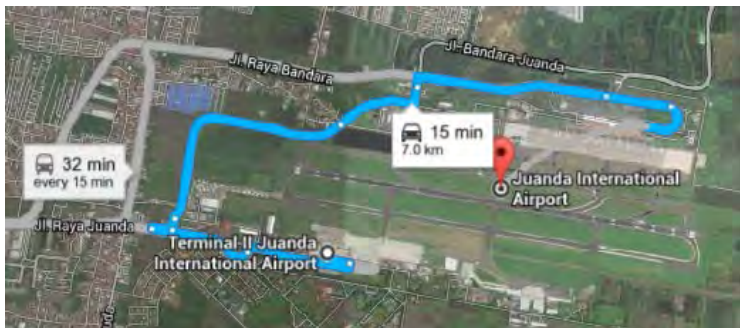
Dalam tugas akhir ini moda akses yang ditinjau sebagai moda alternatif adalah *shuttle bus* dan AGT rute dalam. Perencanaan yang dilakukan terkait *load factor*, waktu antara, waktu tunggu, waktu pelayanan, jumlah armada, waktu tempuh dan waktu awal dan perjalanan.

4.3.1 Shuttle Bus

Layout *shuttle bus* rute dalam Terminal 1 dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.2 Rute dalam *shuttle bus* dari Terminal 1 menuju Terminal 2.



Gambar 4.3 Rute dalam *shuttle bus* dari Terminal 2 menuju Terminal 1

Perhitungan Perencanaa rute dan operasional *Shuttle bus* rute dalam dari/menju Terminal 1 dan terminal 2:

1. Waktu tempuh

Jarak perjalanan dari terminal 1 menuju ke terminal 2 adalah 5.6 kilometer dan arah sebaliknya adalah 7 km. Dengan kecepatan rata-rata 40km/jam, maka perkiraan waktu tempuh perjalanan adalah:

$$\text{Waktu tempuh T1-T2} = \frac{\text{jarak}}{\text{kecepatan}} = \frac{5.6}{40} = 0.14 \text{ jam} = 8.4 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu Perjalanan T2-T1} = \frac{8.4}{5.6} = 1.5 \text{ menit/km}$$

$$\text{Waktu tempuh T1-T2} = \frac{\text{jarak}}{\text{kecepatan}} = \frac{7}{40} = 0.175 \text{ jam} = 10.5 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu Perjalanan T2-T1} = \frac{10.5}{7} = 1.5 \text{ menit/km}$$

2. Waktu Sirkulasi

$$CT_{ABA} = (T_{AB} + T_{BA}) + (\sigma_{AB} + \sigma_{BA}) + (T_{TA} + T_{TB})$$

CT_{ABA} = Waktu sirkulasi dari T1 ke T2 kembali ke T1

T_{AB} = Waktu rata-rata perjalanan dari T1 ke T2

T_{BA} = Waktu rata-rata perjalanan dari T2 ke T1

σ_{AB} = Deviasi waktu perjalanan dari T1 ke T2

σ_{BA} = Deviasi waktu perjalanan dari T2 ke T1

T_{TA} = Waktu henti kendaraan di T1

T_{TB} = Waktu henti kendaraan di T2

Dengan persamaan diatas, didapat nilai :

$$\sigma_{AB} = 5\% \times 8.4 = 0.42$$

$$\sigma_{BA} = 5\% \times 10.5 = 0.525$$

$$T_{TA} = 10\% \times 8.4 = 0.84$$

$$T_{TB} = 10\% \times 10.5 = 1.05$$

$$\begin{aligned} CT_{ABA} &= (8.4 + 10.5) + (0.42 + 0.525) + (0.84 + 1.05) \\ &= 21.735 \text{ menit} \end{aligned}$$

3. Headway

$$H = \frac{60 \times C \times Lf}{P}$$

Dimana:

Lf = faktor muat, diambil 0.7 pada kondisi dinamis

P = jumlah penumpang perjam pada seksi terpadat yaitu 80 penumpang pada jam 05.00-06.00.

C = kapasitas *shuttle bus* yang digunakan sebanyak 30 penumpang.

$$H = \frac{60 \times 30 \times 0.7}{80} = 15.75 \text{ menit}$$

4. Load Factor

Armada yang digunakan adalah *shuttle bus* dengan kapasitas Cv= 30 penumpang. Dengan data perencanaan tersebut maka dapat dihitung kapasitas jalur:

$$Co = \frac{Cv \times 3600}{H}$$

Dimana :

Co = Kapasitas Jalur

Cv = kapasitas kendaraan, direncanakan 30 penumpang

H = *headway*, 15.75 menit

Dengan persamaan diatas, didapat nilai Co:

$$Co = \frac{30 \times 3600}{15.75 \times 60} = 114.28 \text{ penumpang} \approx 115 \text{ penumpang.}$$

Load factor kendaraan yang direncanakan harus bernilai kurang dari satu agar kapasitas kendaraan yang tersedia dapat mencakupi jumlah penumpang. Nilai *load factor* didapatkan melalui persamaan:

$$LF = \frac{P}{Co}$$

Dimana:

LF = *Load factor* atau faktor muat

P = jumlah penumpang terbanyak dalam 1 jam. Nilai P didapatkan dari hasil survey jumlah penumpang yang menggunakan *shuttle bus*, yaitu sebanyak 80 penumpang/jam.

Co = kapasitas jalur

$$LF = \frac{80}{115} = 0.695 < 1$$

5. Jumlah Armada perwaktu sirkulasi

CT adalah waktu sirkulasi, dari hasil perhitungan sebelumnya didapat nilai CT adalah 21.735 menit.

$$K = \frac{CT}{H \times fA}$$

Dimana :

H = *Headway* atau Waktu antara, didapat 15.75 menit

fA = faktor ketersediaan kendaraan (100%)

dengan persamaan diatas, didapat nilai K :

$$K = \frac{CT}{H \times fA} = \frac{21.735}{15.75 \times 1} = 1.38 \approx 2 \text{ unit}$$

6. Frekuensi kendaraan

$$\text{Frekuensi} = \frac{60}{15.75} = 3.809 \approx 4$$

Dari data perhitungan diatas maka dapat dinilai keefektifan pelayanan *Shuttle Bus* rencana Rute T1-T2 dan Rute T2-T1 dari segi penyedia dapat diukur menggunakan standar yang telah ditetapkan oleh Dirjen Perhubungan tahun 1999 sebagai berikut

Tabel 4.6 Penilaian Pelayanan *Shuttle Bus* Berdasarkan Standar Dirjen Perhubungan Darat

Parameter Penilaian	Standar Penilaian			Hasil Penilaian <i>Shuttle bus</i>	kriteria
	1	2	3		
<i>Load factor</i>	> 1	0.8-1	<0.8	0.695	Baik
<i>Headway</i> (menit)	>15	5-10	<10	15.75	Kurang
Waktu Perjalanan (menit/km)	>12	6-12	>10	1.5	Baik
Frekuensi (kendaraan/jam)	<4	4-6	>6	4	Sedang
Jumlah armada	<82	82-100	>100	100	Baik
Waktu Tunggu	>30	20-30	<20	10	Baik
Awal dan akhir waktu pelayanan	05-18	05-20	05-22	04.00-24.00	Baik
Total Nilai					21

Dari tabel 4.6 didapat hasil penilaian kualitas pelayanan *shuttle bus* terlihat bahwa hasil adalah 21 berada pada range nilai 18,00-24,00 yang termasuk kriteria baik, namun masih perlu adanya peningkatan pada kualitas pelayanannya, yaitu *headway* dan frekuensi kendaraan. Tentunya parameter-parameter tersebut harus lebih ditingkatkan agar pelayanan *shuttle bus* menjadi sangat baik.

4.3.2 AGT (*Automated Guided System*)

Pada perencanaan AGT rute yang digunakan adalah via Jl. Raya bandara dan via Jl. Inpeksi Landas Pacu. Karakteristik AGT yang digunakan adalah sebagai berikut :

Model = *Mitsubishi Cystral Mover-Singapore*

Kapasitas penumpang/total = 18/105 penumpang/total

Kecepatan Maksimum = 70 km/jam

Perhitungan Perencanaan rute dan operasional AGT via Jl. Inspeksi Landasan Pacu.



Gambar 4.4 Rute AGT via Jl. Inspeksi Landasan Pacu

1. Waktu Tempuh

Jarak perjalanan dari terminal 1 menuju ke terminal 2 adalah 6.6 kilometer sedangkan arah sebaliknya adalah 9.9 km. Dengan kecepatan rata-rata 70 km/jam, maka perkiraan waktu tempuh perjalanan adalah:

$$\begin{aligned} \text{Waktu tempuh T1-T2} &= \frac{\text{jarak}}{\text{kecepatan}} = \frac{5.6}{70} = 0.08 \text{ jam} \\ &= 4.8 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\text{Waktu Perjalanan T1-T2} = \frac{4.8}{5.6} = 0.8571 \text{ menit/km}$$

2. Waktu Sirkulasi

$$CT_{ABA} = (T_{AB} + T_{BA}) + (\sigma_{AB} + \sigma_{BA}) + (T_{TA} + T_{TB})$$

CT_{ABA} = Waktu sirkulasi dari T1 ke T2 kembali ke T1

T_{AB} = Waktu rata-rata perjalanan dari T1 ke T2

T_{BA} = Waktu rata-rata perjalanan dari T2 ke T1

σ_{AB} = Deviasi waktu perjalanan dari T1 ke T2

σ_{BA} = Deviasi waktu perjalanan dari T2 ke T1

T_{TA} = Waktu henti kendaraan di T1

T_{TB} = Waktu henti kendaraan di T2

Dengan persamaan diatas, didapat nilai :

$$\sigma_{AB} = 5\% \times 4.8 = 0.24$$

$$\sigma_{BA} = 5\% \times 6 = 0.3$$

$$T_{TA} = 10\% \times 4.8 = 0.48$$

$$T_{TB} = 10\% \times 10 = 1$$

$$\begin{aligned} CT_{ABA} &= (4.8 + 6) + (0.24 + 0.3) + (0.48 + 1) \\ &= 12.82 \text{ menit} \end{aligned}$$

3. Headway

Nilai *headway* minimal sama seperti nilai waktu sirkulasi, karena hanya ada satu unit.

4. Load Factor

Armada yang digunakan adalah AGT dengan kapasitas $C_v=18$ penumpang. Dengan data perencanaan tersebut maka dapat dihitung kapasitas jalur:

$$C_o = \frac{C_v \times 3600}{H}$$

Dimana :

C_o = Kapasitas Jalur

C_v = kapasitas kendaraan, direncanakan 18 penumpang

H = *headway* 12.82 menit

Dengan persamaan diatas, didapat nilai C_o :

$$C_o = \frac{18 \times 3600}{12.82 \times 60} = 84.24 \approx 84 \text{ penumpang}$$

Load factor kendaraan yang direncanakan harus bernilai kurang dari satu agar kapasitas kendaraan yang tersedia dapat mencakupi jumlah penumpang. Nilai *load factor* didapatkan melalui persamaan:

$$LF = \frac{P}{C_o}$$

Dimana:

LF = *Load factor* atau faktor muat

P = jumlah penumpang terbanyak dalam 1 jam. Nilai P didapatkan dari hasil survey jumlah penumpang yang menggunakan *shuttle bus*, yaitu sebanyak 80 penumpang/jam.

C_o = kapasitas jalur

$$LF = \frac{80}{84} = 0.952 < 1$$

4. Jumlah Armada

Jumlah armada yang direncanakan sebanyak 1 unit.

5. Frekuensi kendaraan

$$\text{Frekuensi} = \frac{60}{12.82} = 4.68 \approx 5$$

Dari data perhitungan diatas maka dapat dinilai keefektifan pelayanan AGT rencana Via Jl. Inspeksi Landasan Pacu dari segi penyedia dapat diukur menggunakan standar yang telah ditetapkan oleh Dirjen Perhubungan tahun 1999 sebagai berikut:

Tabel 4.7 Penilaian Pelayanan AGT Berdasarkan Standar Dirjen Perhubungan Darat

No	Parameter Penilaian	Standar Penilaian			Hasil Penilaian AGT	kriteria
		1	2	3		
1	Load factor	> 1	0.8-1	<0.8	0.19	Baik
2	Headway (menit)	>15	5-10	<10	12.82	sedang
3	Waktu Perjalanan (menit/km)	>12		>10	0.952	Baik
4	Frekuensi (kendaraan/jam)	<4	4-6	>6	5	Sedang
5	Jumlah armada	<82	82-100	>100	100	Baik
6	Waktu Tunggu	>30	20-30	<20	10	Baik
7	Awal dan akhir waktu pelayanan	05-18	05-20	05-22	04.00-24.00	Baik
Total nilai						22

Dari tabel 4.7 didapat hasil penilaian kualitas pelayanan AGT terlihat bahwa hasil adalah 22 berada pada range nilai 18,00-24,00 yang termasuk kriteria baik, namun masih perlu adanya peningkatan pada kualitas pelayanannya, yaitu *headway* dan frekuensi kendaraan. Tentunya parameter-parameter tersebut harus lebih ditingkatkan agar pelayanan AGT menjadi sangat baik.

4.4 Analisis Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP)

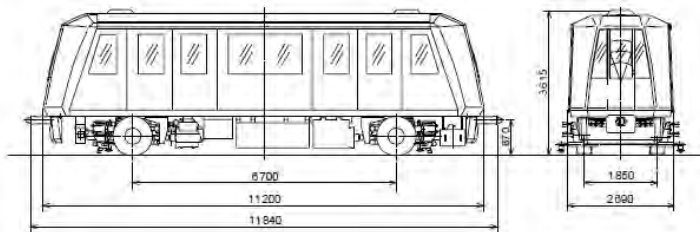
Layout rencana rute AGT dapat dilihat pada gambar 4.6. Jarak dari ujung *runway* ketepi AGT yang direncanakan sebesar 808.795 m. Jarak horizontal AGT yang digunakan tidak mengganggu sistem navigasi. Karena lokasi AGT berada diantara *Inner marker* yang memiliki jarak kira-kira 60m disamping sumbu landasan dan antena luarnya dipasang diperpanjangan sumbu landasan kira-kira 75 m dari *threshold* arah pendaratan landasan dan *middle marker* sejarak 1 km dari *threshold* (Basuki, Heru 1990) lihat Gambar 2.7.

- Desain rencana

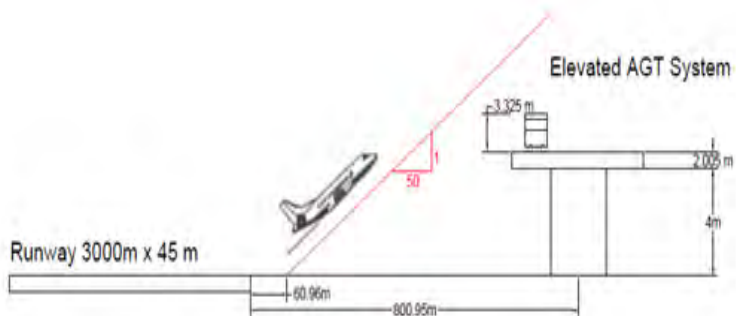
AGT direncanakan dengan tinggi pilar 6.005 m sesuai dengan gambar 2.8 (Vuckan R. Vuchic, 2007). AGT direncanakan dengan model *Mitsubishi Cystral Mover- Singapore* dengan kecepatan maksimum 70 km/jam dan tinggi gerbong AGT sebesar 3.615 m (Vuckan R. Vuchic, 2007)



Gambar 4.5 Data Jarak Rute Dalam Dari Ujung Runway

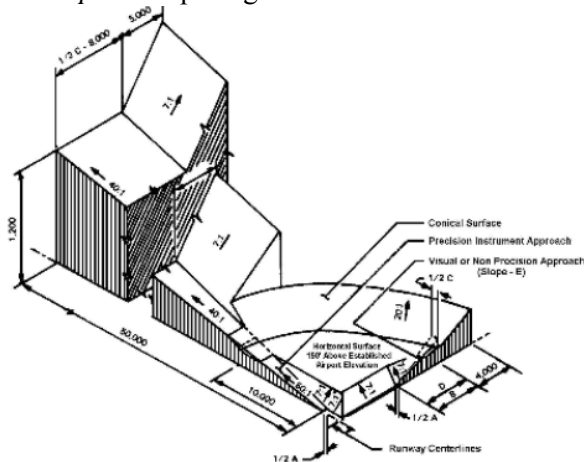


Gambar 4.6 Tinggi kereta AGT (Sumber: Japan Railway & Transport Review, 2001)



Gambar 4.7 Ilustrasi ketinggian rencana AGT

Lokasi AGT berada pada jarak 808.795m dari ujung *runway* sehingga titik tersebut masih berada pada daerah *Approach Surface* atau lebih kecil dari 10.000 feet (3048 meter) sehingga kemiringan yang dipakai 50:1 hal tersebut sesuai dengan peraturan *FAR part 77* pada gambar berikut:



Gambar 4.8 *Imaginary Surface*

(Sumber : <http://www.ngs.noaa.gov/AERO/oisspec.html>)

Perhitungan penentuan halangan untuk navigasi.

1. Menentukan titik yang ditinjau terhadap awal *approach surface* yaitu $808.795 \text{ m} - 60.96 \text{ m} = 747.835 \text{ m}$

2. Dari titik yang ditinjau, tinggi *approach surface* adalah $\frac{747.835}{50} = 14.957 \text{ m}$

3. Titik tertinggi AGT adalah $4\text{m} + 2.005\text{m} + 3.615\text{m} = 9.62 \text{ m}$

4. Karena titik tertinggi AGT lebih kecil dari batasan tinggi *approach surface* ($9.62 \text{ m} < 14.957 \text{ m}$) maka AGT tidak menjadi halangan bagi navigasi.

4.5 Perencanaan Geometrik Jalan Rel

Dalam perencanaan geometri jalan rel dalam tugas akhir ini digunakan 2 rute yang berbeda yaitu rute 1 adalah via Jl.

Inspeksi Landasan Pacu. Dalam bab 4 akan dibahas mengenai perhitungan Perencanaan Geometri Jalan Rel yang meliputi Perencanaan Lengkung Horizontal. Lengkung vertical tidak diperhitungkan karena AGT yang dibangun termasuk moda transportasi elevated dengan tinggi pilar 7.8 m.

4.5.1 Perencanaan Geometrik Jalan Rel Rute 1

Layout rute 1 adalah via Jl. Inspeksi Landasan Pacu dapat dilihat pada gambar 4.6.

4.5.1.1 Lengkung (Alinemen) Horizontal

1. Koreksi Sudut P1

Dalam perencanaan Lengkung Horizontal menggunakan parameter perhitungan lengkung *Spiral – Circle – Spiral*. Berikut dijelaskan tahap – tahap pengerjaan dalam menentukan koreksi perhitungan sudut P1 :

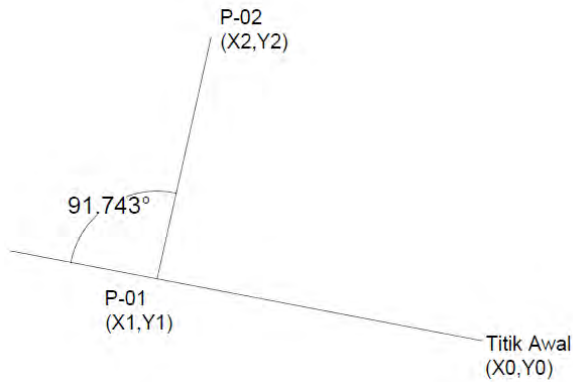
Contoh perhitungan koordinat P1-01 :

Tabel 4.8 : Koordinat X, Y

PI	Koord. X	Koord. Y
Awal	11537.1323	-2296.5
PI-1	10405.6323	-2080.5
PI-2	10593.6323	-1236
PI-3	11496.1323	-1411.5
PI-4	12080.6323	-952
PI-5	12852.5	-1055
PI-6	13132.5	-1204.5
akhir	13925.6323	-1318



Gambar 4.9 Rute AGT sesuai skema titik koordinat PI



Gambar 4.10 : Skema Titik Koordinat PI

- Titik Awal \rightarrow PI-01

$$\begin{aligned} \tan \alpha_1 &= \frac{X_1 - X_0}{Y_1 - Y_0} \\ &= \frac{10405.6323 - 11537.1323}{-2080.5 - (-2296.5)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= -5.24^\circ \\ \text{Azimuth} &= 360 + \alpha_1 \\ &= 280.8043^\circ \end{aligned}$$

- P1-01 → P1-02

$$\begin{aligned}\tan \alpha_2 &= \frac{X_2 - X_1}{Y_2 - Y_1} \\ &= \frac{10593.6323 - 20405.6232}{-1236 - (-2080.5)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha_2 &= 0.223^\circ \\ \text{Azimuth} &= 12.57^\circ\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\therefore \Delta^\circ &= 360 - 280.8043^\circ + 12.57^\circ \\ &= 91.7657^\circ\end{aligned}$$

- “L” Titik Awal → P1-01

$$\begin{aligned}&= \sqrt{(X_1 - X_0)^2 + (Y_1 - Y_0)^2} \\ &= \sqrt{(-2296.5)^2 + (216)^2} \\ &= 2306.636 \text{ m}\end{aligned}$$

- “L” P1-01 → P1-02

$$\begin{aligned}&= \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2} \\ &= \sqrt{(188)^2 + (844.5)^2} \\ &= 865.173 \text{ m}\end{aligned}$$

Untuk hasil perhitungan Lengkung Horizontal yang lainnya dapat dilihat pada tabel 4.9.

2. Parameter Lengkung Horizontal (*Spiral – Circle – Spiral*)

Dalam perhitungan lengkung SCS dalam Tugas Akhir ini menggunakan parameter kecepatan sebagai berikut :

Tabel 4.9 : Kecepatan dan R (jari-jari)

V rencana (km/jam)	R tanpa Lengkung Peralihan (m)	R Dengan Lengkung peralihan
60	810	200

Sumber : Permenhub, 2012

Kecepatan yang direncanakan yaitu 60 km, yang mana kecepatan ini didasarkan pada kecepatan moda transportasi *Automated Guided Transit*. Berikut dijelaskan tahap – tahap pengerjaan dalam menentukan perhitungan parameter lengkung SCS.

Contoh perhitungan koordinat P1-01 :

- Peninggian Sisi Luar Rel

$$\begin{aligned} h &= 5,95 (V^2) / R \\ &= 5,95 (60^2) / 200 \\ &= 107.1 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Panjang Minimum Lengkung Peralihan

$$\begin{aligned} L_h &= 0,01 \times h \times Vr \\ &= 0,01 \times 107,1 \times 60 \\ &= 64.26 \text{ m} \end{aligned}$$

- Sudut Spiral Pada Titik SC

$$\begin{aligned} \theta_s &= \frac{90 Lh}{\pi R} \\ &= \frac{90 * 64.26}{\pi * 200} \\ &= 9.2045 \end{aligned}$$

- Panjang Busur Lingkaran

$$\begin{aligned} L_c &= \frac{(\Delta - 2 \theta_s) * \pi R}{180} \\ &= \frac{(91.743 - (2 * 9.2045)) * \pi * 200}{180} \\ &= 255.983 \text{ m} \end{aligned}$$

- Panjang Titik Koordinat Lengkung Peralihan

$$p = \frac{Lh^2}{6R} - R(1 - \cos \theta_s)$$

$$= \frac{64.26^2}{6 * 200} - 200 (1 - \cos 9.2045)$$

$$= 0,886 \text{ m}$$

$$k = Lh - \frac{Lh^3}{40R^2} - R (\sin \theta_s)$$

$$= 64.26 - \frac{64.26^3}{40 * 200^2} - 200 (\sin 9.2045)$$

$$= 32.102 \text{ m}$$

- Jarak Titik Ts Dari PI (Titik Awal Mulai Masuk Ke Daerah Lengkung)

$$Ts = (R + p) * tg \left(\frac{1}{2} \Delta \right) + k$$

$$= (200 + 0,866) * tg \left(\frac{1}{2} * 91.743 \right) + 32.102$$

$$= 239.173 \text{ m}$$

- Jarak Dari PI Ke Sumbu Jalan Arah Pusat Lingkaran

$$E = \left(\frac{(R + p)}{\cos \left(\frac{1}{2} \Delta \right)} \right) - R$$

$$= \left(\frac{(200 + 0,866)}{\cos \left(\frac{1}{2} * 91.743 \right)} \right) - 200$$

$$= 88.488 \text{ m}$$

- Koodinat Titik Peralihan Dari Spiral Ke Circle (SC)

$$\begin{aligned}
 X_s &= Lh \left(1 - \frac{Lh^2}{40 * R^2} \right) \\
 &= 64.26 * \left(1 - \left(\frac{64.26^2}{40 * 200^2} \right) \right) \\
 &= 44.625 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y_s &= \frac{Lh^2}{6 * R} = \frac{64.26}{6 * 200} \\
 &= 3.441 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Untuk hasil perhitungan parameter lengkung *Spiral – Circle – Spiral* Horizontal yang lainnya dapat dilihat pada tabel 4.11 dan 4.12 berikut :

Tabel 4.11 : Parameter Lengkung Horizontal

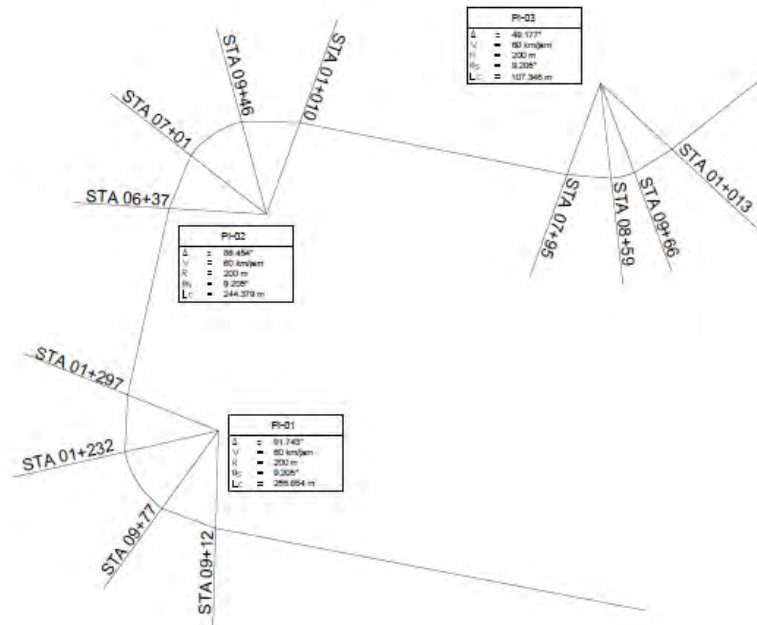
PI	Δ	R renc (m)	V (km/jam)	h (mm)	Lh (m)	θ_s	Sin θ_s	Cos θ_s	Lc (m)	p	k	Ts	Es	Xs	Ys	Es + R
PI-1	91.743	200	60	107.100	64.260	9.205	0.160	0.987	255.854	0.866	32.102	239.173	88.488	44.625	3.441	288.488
PI-2	88.454	200	60	107.100	64.260	9.205	0.160	0.987	244.379	0.866	32.102	227.620	80.311	44.625	3.441	280.311
PI-3	49.177	200	60	107.100	64.260	9.205	0.160	0.987	107.346	0.866	32.102	124.017	20.897	44.625	3.441	220.897
PI-4	47.324	200	60	107.100	64.260	9.205	0.160	0.987	100.881	0.866	32.102	120.117	19.303	44.625	3.441	219.303
PI-5	20.498	200	60	107.100	64.260	9.205	0.160	0.987	7.289	0.866	32.102	68.421	4.123	44.625	3.441	204.123
PI-6	19.955	200	60	107.100	64.260	9.205	0.160	0.987	5.394	0.866	32.102	67.439	3.950	44.625	3.441	203.950

Tabel 4.12 Stasioning Lengkung Horizontal

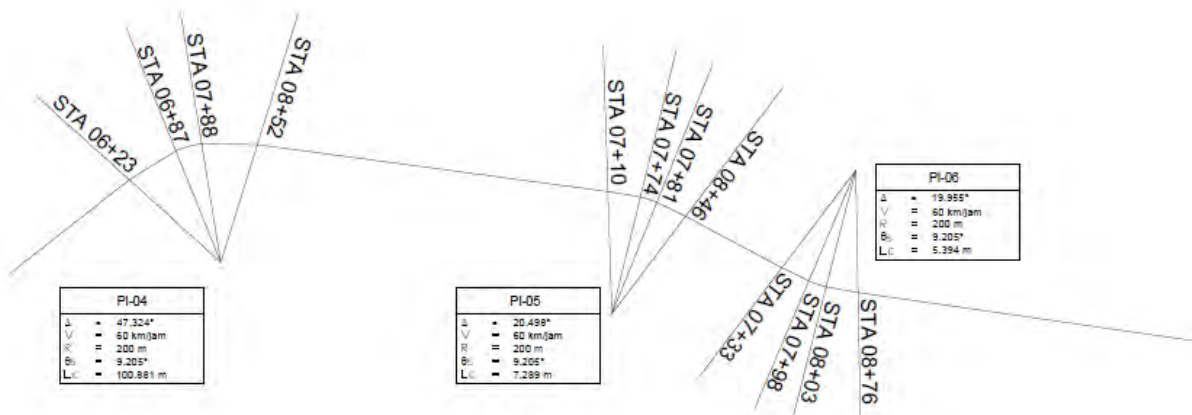
PI	STA TS	STA SC	STA CS	STA ST	Lurusan	Keterangan
PI-1	912.76197	977.02197	1232.876	1297.1357	912.762	TIDAK OVERLAP
PI-2	637.55308	701.81308	946.1918	1010.4518	637.5531	TIDAK OVERLAP
PI-3	795.389	859.64853	966.9942	1031.254	795.389	TIDAK OVERLAP

Tabel 4.12 Stasioning Lengkung Horizontal (Lanjutan)

PI	STA TS	STA SC	STA CS	STA ST	Lurusan	Keterangan
PI-4	623.375	687.63483	788.5156	852.776	623.375	TIDAK OVERLAP
PI-5	710.288	774.54832	781.8368	846.097	710.288	TIDAK OVERLAP
PI-6	733.773	798.0332	803.4269	867.687	733.773	TIDAK OVERLAP



Gambar 4.11 Lengkung Horizontal (Terlampir)



Gambar 4.11 Lengkung Horizontal (Terlampir)

4.6 Perbandingan Investasi dan Kinerja Rute dan Operasional Akses Antar Terminal

4.6.1 Perbandingan Investasi *Shuttle Bus* dan AGT

A. Shuttle bus

Pada perhitungan biaya investasi *shuttle bus* hal-hal yang diperhitungkan antara lain biaya pembangunan halte, biaya pekerjaan jalur pejalan kaki dan pembelian bus. Perhitungan biaya investasi *shuttle bus* diperoleh dari studi sebelumnya (Hadiansyah, Muhammad Reza 2008).

Tabel 4.14 Perbandingan Biaya Investasi
Shuttle Bus

Shuttle bus	
Kriteria	Harga (Rp)
Pekerjaan Pembangunan Halte	1,233,674,990
Pekerjaan Jalur Pejalan Kaki	285,000,000
Pembelian Bus	255,000,000
Total	1,773,674,990

B. Automated Guided Transit (AGT)

Pada perhitungan biaya investasi AGT hal-hal yang diperhitungkan antara lain biaya pembangunan stasiun, biaya pekerjaan konstruksi jalur AGT dan pembelian AGT. Biaya-biaya tersebut didapatkan dari ASCE APM-05 2011 (terlampir).

Tabel 4.15 Perbandingan Biaya Investasi AGT

No	AGT	
	Kriteria	Harga (Rp)
1	Pekerjaan Pembangunan Stasiun	9,667,524,000
2	Pekerjaan Kontruksi Jalur Monorel	358,858,490,880.00
3	Pembelian AGT	32,225,080,000
Total		400,751,094,880

Selain perhitungan analisis investasi dilakukan juga perhitungan terhadap keuntungan investasi AGT yang ada berdasarkan penumpang transit yang kehilangan penerbangan akibat fasilitas bandara. Dalam memperhitungkan biaya investasi, perlu diperhatikan bahwa biaya investasi tersebut akan seimbang dengan perkiraan kerugian dari operator bandara akibat menanggung biaya penggantian tiket penumpang yang terlambat. Perhitungan tiket tersebut didasari oleh biaya tiket internasional. Karena tujuan dan harga tiket bervariasi, perlu diambil nilai reratanya. Perhitungan tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Apabila penumpang transit kehilangan penerbangan akibat fasilitas bandara, maka operator bandara harus mengeluarkan biaya : Tiket dan Biaya Penginapan.
- b. Perhitungan harga tiket
Perhitungan harga tiket menggunakan asumsi harga tiket pada hari Rabu, 1 Januari 2015. Biaya yang harus dikeluarkan pihak bandara adalah harga tiket rata-rata dari semua penerbangan internasional,yaitu :

$$\frac{\underline{\underline{\sum \text{harga tiket semua penerbangan internasional}}}}{\underline{\underline{\sum \text{jumlah penerbangan}}}}$$

$$\frac{\underline{\underline{\text{Rp } 139,796,043}}}{31}$$

$$=\text{Rp } 4,509,549.77$$

Harga tiket untuk semua penerbangan internasional dapat dilihat pada lampiran 7.

c. Biaya Penginapan

Biaya penginapan yang diambil adalah Rp 500,000.00/ malam.

d. Perkiraan Biaya yang ditanggung pihak bandara/ hari untuk 100% penumpang transit adalah :

$$= \sum \text{penumpang transit perhari} \times (\text{harga tiket rata} \\ - \text{rata} + \text{Penginapan}) \\ = 1753 \times (\text{Rp } 4,509,549.77 + \text{Rp } 500,000.00) \\ = \text{Rp } 8,781,740,754.16$$

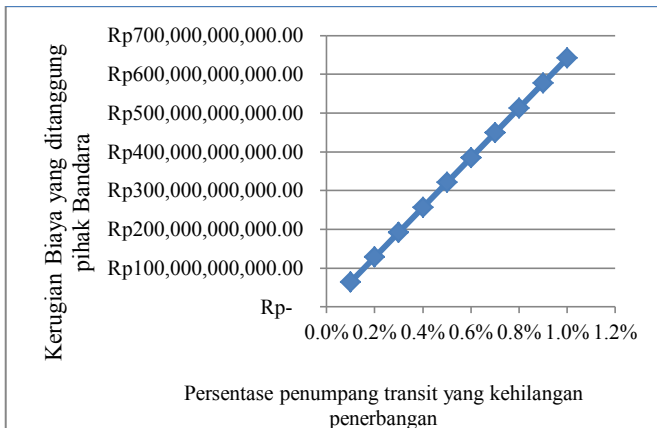
e. Biaya yang harus ditanggung bandara selama umur investasi

Asumsi:

- Umur rencana investasi = 20 tahun
- Tidak ada perubahan untuk jumlah penumpang transit
- Tidak ada perubahan nilai/harga tiket

Tabel 4.16 Kerugian Biaya Yang Ditanggung Oleh Pihak Bandara

% (1)	biaya yg d klrkan bndra (2)	Umur Investasi (hari) (3)	biaya pnmp trnsit yg khlngan pnrbangan (4) = (1) x (2) x (3)
0.1%	Rp 8,781,740,754.16	7300	Rp 64,106,707,505.38
0.2%	Rp 8,781,740,754.16	7300	Rp 128,213,415,010.76
0.3%	Rp 8,781,740,754.16	7300	Rp 192,320,122,516.13
0.4%	Rp 8,781,740,754.16	7300	Rp 256,426,830,021.51
0.5%	Rp 8,781,740,754.16	7300	Rp 320,533,537,526.89
0.6%	Rp 8,781,740,754.16	7300	Rp 384,640,245,032.27
0.7%	Rp 8,781,740,754.16	7300	Rp 448,746,952,537.64
0.8%	Rp 8,781,740,754.16	7300	Rp 512,853,660,043.02
0.9%	Rp 8,781,740,754.16	7300	Rp 576,960,367,548.40
1.0%	Rp 8,781,740,754.16	7300	Rp 641,067,075,053.77



Gambar 4.12 Grafik Hubungan antara Persentase penumpang transit yang kehilangan penerbangan dengan Biaya yang Dikeluarkan Bandara.

- Dari Tabel 4.15 didapat total biaya investasi AGT sebesar Rp 400,751,094,880.
- Dari Tabel 4.16 dapat dilihat total nilai investasi AGT berada pada kisaran 0.6%-0.7%.

$$\begin{aligned}
 \% &= \frac{\text{Total biaya investasi AGT}}{\text{Biaya yang dikeluarkan bandara} \times \text{umur investasi rencana}} \\
 &= \frac{\text{Rp } 400,751,094,880.6}{\text{Rp } 8,781,740,754.16 \times (20 \times 365)} \\
 &= 0.625131301 \% \\
 &= 0.625131301 \% \times 1753 = 10.95 \approx 11 \text{ penumpang}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perbandingan biaya diperoleh gambaran bahwa investasi AGT akan menguntungkan apabila persentase penumpang transit adalah $> 0.625131301 \%$

Perhitungan ini tidak digunakan apabila ada persyaratan dari pengelola bandara untuk melakukan *check in* paling lambat 20 menit sebelum *check in close*. Dasar perhitungan batasan waktu *check in* untuk penumpang transit adalah waktu tempuh antara terminal 1 menuju terminal 2 dan terminal 2 menuju terminal 1 seperti yang disajikan pada tabel 4.6. Dari tabel tersebut diperoleh waktu tempuh maksimal 10.5 menit sehingga syarat minimal waktu *check in* adalah 20 menit sebelum jadwal penerbangan.

4.6.2 Perbandingan Kinerja Rute dan Operasional Moda Akses

Perbandingan kinerja Moda akses antar terminal dalam segi keefektifan pelayanan dapat diukur menggunakan standar yang telah ditetapkan oleh Dirjen Perhubungan tahun 1999 sebagai berikut :

Tabel 4.17 Penilaian Pelayanan Moda Akses Berdasarkan Standar Dirjen Perhubungan Darat

No	Parameter Penilaian	Shuttle Bus Eksisting		Shuttle Bus Baru		AGT	
		Hasil Penilaian Shuttle bus Eksisting	kriteria	Hasil Penilaian Shuttle Bus Baru	kriteria	Hasil Penilaian AGT	kriteria
1	<i>Load factor</i>	0.189	Baik	0.695	Baik	0.19	Baik
2	<i>Headway</i> (menit)	23	Kurang	15.75	Kurang	15	sedang
3	Waktu Perjalanan (menit/km)	3.63	Baik	1.5	Baik	0.8571	Baik
4	Frekuensi (kendaraan/jam)	4	Sedang	4	Sedang	5	sedang
5	Jumlah armada (%)	100	Sedang	100	Baik	100	Baik
6	Waktu Tunggu (menit)	22	Sedang	10	Baik	10	Baik
7	Awal dan akhir waktu pelayanan	04.00-24.00	Baik	04.00-24.00	Baik	04.00-24.00	Baik

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Tugas akhir ini bertujuan untuk membandingkan hasil evaluasi moda eksisting yaitu bus rute luar dengan moda akses yang direncanakan yaitu Shuttle bus dan AGT rute dalam. Hasil evaluasi dan perbandingan moda eksisting dan moda yang direncanakan ialah sebagai berikut :

1. Dari segi kinerja rute dan operasional angkutan shuttle bus eksisting memiliki bobot 20 dengan tingkat pelayanan baik. Dengan nilai load factor 0.189, *Headway* 23 menit, waktu perjalanan 3.63 menit/km, waktu pelayanan 21 jam, frekuensi kendaran 5 kendaraan/jam, jumlah armada beroperasi 100%, waktu tunggu 22 menit dan waktu awal dan akhir perjalanan pelayanan 04.00-24.00.
2. Dari hasil analisis diperoleh moda akses yang dapat dibangun didalam area bandara adalah *Automated Guided Transit* (AGT) dengan rute dalam via Jl.Landasan Pacu.
3. Dari segi investasi, angkutan *Automated Guided Transit* (AGT) memerlukan biaya investasi sebanyak Rp 400 Milyar dan angkutan *shuttle bus* memerlukan biaya investasi sebanyak Rp 1.7 Milyar. Dari segi Kinerja rute dan operasional angkutan *Shuttle bus* rute dalam memiliki bobot 21 dengan tingkat pelayanan baik dan AGT memiliki bobot 22 dengan tingkat pelayanan baik. Untuk kondisi saat ini, moda bus adalah yang paling sesuai dengan catatan frekuensi dan jadwal yang tersedia. Untuk AGT akan menguntungkan apabila terdapat 12 penumpang transit perhari yang terlambat akibat fasilitas bandara.

5.2 Saran

Keterbatasan waktu yang ada menjadikan pengerjaan Tugas Akhir ini memberikan hasil yang tidak maksimal. Tugas Akhir ini masih bisa dikembangkan lagi sebagai berikut:

1. Perlu adanya studi mendalam mengenai karakteristik penumpang transit yang lebih detail.
2. Perlu dilakukan studi lanjut berkaitan analisis biaya investasi yang lebih detail terhadap moda akses yang direncanakan.

DAFTAR PUSTAKA

Abubakar,dkk. 1996. *Menuju Lalulintas dan Angkutan Jalan Yang Tertib*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perhubungan Darat

Badan Standardisasi Nasional (BSN), *Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan* (SNI- 03- 71112- 2005)

Basuki, Heru. 1990. *Merancang, Merencana, Lapangan Terbang*. Bandung: Penerbit Alumni

Direktur Jenderal Perhubungan Darat. 1999. *Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat:687/AJ.206/DRJD/2002 tentang Pedoman Teknis Penyelenggaraan angkutan Penumpang Umum di Wilayah Perkotaan Dalam Trayek tetap dan Teratur*. Departemen Perhubungan, Jakarta

Giannopoulos.1989.*Bus Planning and Operation in Urban Area: A practical Guide*.Greece: University of The Universal Wiki

Keputusan Direktur Jendral Perhubungan Udara Nomor SKEP / 110/ VI/ 2000 tentang *Petunjuk Pelaksanaan Pembuatan Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan Di Bandar Udara Dan Sekitarnya*.

Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012

PJKA. 1986. *Penjelasan Perencanaan Kontruksi Jalan Rel (Penjelasan Peraturan Dinas No.10)*

Reza, Muhammad. *Tugas Akhir : Perencanaan Pemberhentian Bus Rapid Transit (BRT) dan Akses Bagi Penumpang Di Koridor Utara-Selatan Surabaya*. 2009. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Vuchic, Vukan R. 2007. *Urban Transit Systems and Technology*.

Tabel 1. Data Hasil Survey *Shuttle Bus* Eksisting Senin, 12 Januari 2015

No Plat	terminal 1				terminal 2			
	waktu kedatangan	waktu keberangkatan	waktu tunggu	waktu perjalanan T1-T2	waktu kedatangan	waktu keberangkatan	waktu tunggu	waktu perjalanan T2-T1
a	9:00	9:18	0:18	0:22	9:40	9:50	0:10	0:20
b	9:15	9:30	0:15	0:22	9:52	10:11	0:19	0:22
c	9:30	9:48	0:18	0:25	10:13	10:27	0:14	0:23
d	9:48	10:10	0:22	0:26	10:36	10:45	0:09	0:25
a	10:10	10:33	0:23	0:25	10:58	11:05	0:07	0:25
b	10:33	10:50	0:17	0:25	11:15	11:29	0:14	0:24
c	10:50	11:10	0:20	0:25	11:35	11:50	0:15	0:25
d	11:10	11:30	0:20	0:24	11:54	12:05	0:11	0:30
a	11:30	11:53	0:23	0:22	12:15	12:30	0:15	0:25
b	11:53	12:15	0:22	0:25	12:40	12:55	0:15	0:30
c	12:15	12:35	0:20	0:25	13:00	13:20	0:20	0:23
d	12:35	12:55	0:20	0:25	13:20	13:42	0:22	0:28
a	12:55	13:25	0:30	0:25	13:50	14:05	0:15	0:30
b	13:25	13:43	0:18	0:25	14:08	14:30	0:22	0:30

c	13:43	14:10	0:27	0:28	14:38	15:00	0:22	0:25
d	14:10	14:35	0:25	0:23	14:58	15:17	0:19	0:33
a	14:35	15:00	0:25	0:25	15:25	15:50	0:25	0:25
b	15:00	15:25	0:25	0:25	15:50	16:20	0:30	0:30
c	15:25	15:50	0:25	0:23	16:13	16:46	0:33	0:37
d	15:50	16:15	0:25	0:20	16:35	16:50	0:15	0:40
a	16:15	16:50	0:35	0:25	17:15	17:30	0:15	0:45
b	16:50	17:23	0:33	0:27	17:50	18:20	0:30	0:25
c	17:23	17:48	0:25	0:37	18:25	19:00	0:35	0:27
d	17:30	18:15	0:45	0:45	19:00	19:28	0:28	0:27
a	18:15	18:45	0:30	0:30	19:15	19:40	0:25	0:27
b	18:45	19:20	0:35	0:25	19:45	20:00	0:15	
c	19:27	19:50	0:23	0:25	20:15	20:30	0:15	
d	19:55	20:17	0:22	0:21	20:38	20:55	0:17	
a	20:07	20:25	0:18	0:25	20:50	21:25	0:35	

Tabel 2. Data Hasil Survey *Shuttle Bus* Eksisting Selasa, 13 Januari 2015

No Plat	terminal 1	terminal 2
---------	------------	------------

	waktu kedatangan	waktu keberangkatan	waktu tunggu	waktu perjalanan T1-T2	waktu kedatangan	waktu keberangkatan	waktu tunggu	waktu perjalanan T2-T1
a	9:00	9:15	0:15	0:27	9:42	9:55	0:13	0:23
b	9:15	9:30	0:15	0:20	9:50	10:10	0:20	0:25
c	9:30	9:50	0:20	0:25	10:15	10:35	0:20	0:20
d	9:50	10:12	0:22	0:22	10:34	10:55	0:21	0:23
a	10:18	10:35	0:17	0:25	11:00	11:20	0:20	0:23
b	10:35	10:50	0:15	0:28	11:18	11:40	0:22	0:20
c	10:55	11:13	0:18	0:22	11:35	11:55	0:20	0:22
d	11:18	11:28	0:10	0:26	11:54	12:08	0:14	0:29
a	11:43	11:55	0:12	0:20	12:15	12:30	0:15	0:25
b	12:00	12:17	0:17	0:23	12:40	12:55	0:15	0:32
c	12:17	12:37	0:20	0:23	13:00	13:20	0:20	0:25
d	12:37	12:55	0:18	0:25	13:20	13:42	0:22	0:32
a	12:55	13:27	0:32	0:23	13:50	14:05	0:15	0:32
b	13:27	13:45	0:18	0:23	14:08	14:30	0:22	0:35
c	13:45	14:12	0:27	0:26	14:38	15:00	0:22	0:25
d	14:14	14:37	0:23	0:23	15:00	15:17	0:17	0:36

a	14:37	15:05	0:28	0:22	15:27	15:50	0:23	0:25
b	15:05	15:25	0:20	0:25	15:50	16:20	0:30	0:28
c	15:25	15:53	0:28	0:24	16:17	16:46	0:29	0:39
d	15:53	16:15	0:22	0:25	16:40	16:50	0:10	0:40
a	16:15	16:48	0:33	0:27	17:15	17:30	0:15	0:47
b	16:48	17:25	0:37	0:25	17:50	18:20	0:30	0:29
c	17:25	17:30	0:05	0:45	18:15	19:00	0:45	0:29
d	17:30	18:17	0:47	0:43	19:00	19:28	0:28	0:27
a	18:17	18:45	0:28	0:30	19:15	19:40	0:25	0:25
b	18:49	19:23	0:34	0:22	19:45	20:00	0:15	
c	19:29	19:50	0:21	0:25	20:15	20:30	0:15	
d	19:55	20:05	0:10	0:22	20:27	20:55	0:28	
a	20:05	20:25	0:20	0:25	20:50	21:25	0:35	

Tabel 3. Data Hasil Survey *Shuttle Bus* Eksisting Rabu, 14 Januari 2015

No Plat	terminal 1				terminal 2			
	waktu kedatangan	waktu keberangkatan	waktu tunggu	waktu perjalanan	waktu kedatangan	waktu keberangkatan	waktu tunggu	waktu perjalanan

			u	T1-T2				T2-T1
a	9:00	9:20	0:20	0:20	9:40	9:58	0:18	0:22
b	9:20	9:38	0:18	0:22	10:00	10:20	0:20	0:20
c	9:38	9:53	0:15	0:21	10:14	10:30	0:16	0:20
d	9:53	10:10	0:17	0:26	10:36	10:58	0:22	0:22
a	10:20	10:33	0:13	0:25	10:58	11:15	0:17	0:23
b	10:40	11:00	0:20	0:25	11:25	11:50	0:25	0:20
c	10:50	11:10	0:20	0:25	11:35	11:50	0:15	0:25
d	11:20	11:35	0:15	0:20	11:55	12:05	0:10	0:25
a	11:38	11:53	0:15	0:22	12:15	12:30	0:15	0:25
b	12:10	12:38	0:28	0:24	13:02	13:15	0:13	0:25
c	12:15	12:35	0:20	0:30	13:05	13:20	0:15	0:23
d	12:30	12:55	0:25	0:20	13:15	13:42	0:27	0:28
a	12:55	13:25	0:30	0:25	13:50	14:05	0:15	0:25
b	13:40	13:43	0:03	0:25	14:08	14:30	0:22	0:25
c	13:43	14:10	0:27	0:28	14:38	15:00	0:22	0:25
d	14:10	14:35	0:25	0:23	14:58	15:17	0:19	0:28
a	14:30	15:00	0:30	0:25	15:25	15:50	0:25	0:25

b	14:55	15:25	0:30	0:25	15:50	16:20	0:30	0:35
c	15:25	15:50	0:25	0:23	16:13	16:46	0:33	0:37
d	15:45	16:15	0:30	0:30	16:45	16:50	0:05	0:45
a	16:15	16:50	0:35	0:25	17:15	17:30	0:15	0:40
b	16:55	17:23	0:28	0:27	17:50	18:20	0:30	0:35
c	17:23	17:30	0:07	0:55	18:25	19:00	0:35	0:25
d	17:35	18:15	0:40	0:40	18:55	19:28	0:33	0:27
a	18:10	18:45	0:35	0:30	19:15	19:40	0:25	0:27
b	18:55	19:20	0:25	0:25	19:45	20:00	0:15	
c	19:25	19:50	0:25	0:24	20:14	20:30	0:16	
d	19:55	20:18	0:23	0:22	20:40	20:55	0:15	
a	20:07	20:25	0:18	0:25	20:50	21:25	0:35	

Tabel 4. Data Hasil Survey *Shuttle Bus* Eksisting Kamis, 15 Januari 2015

No Plat	terminal 1				terminal 2			
	waktu kedatangan	waktu keberangkatan	waktu tunggu	waktu perjalanan T1-T2	waktu kedatangan	waktu keberangkatan	waktu tunggu	waktu perjalanan T2-T1
a	9:00	9:20	0:20	0:25	9:45	10:05	0:20	0:23
b	9:20	9:40	0:20	0:20	10:00	10:20	0:20	0:23
c	9:40	9:58	0:18	0:25	10:23	10:35	0:12	0:22
d	9:50	10:15	0:25	0:21	10:36	10:58	0:22	0:22
a	10:28	10:50	0:22	0:24	11:14	11:30	0:16	0:23
b	10:43	11:00	0:17	0:25	11:25	11:45	0:20	0:25
c	10:57	11:17	0:20	0:20	11:37	11:54	0:17	0:20
d	11:20	11:35	0:15	0:20	11:55	12:05	0:10	0:25
a	11:53	12:10	0:17	0:20	12:30	12:46	0:16	0:22

b	12:10	12:38	0:28	0:24	13:02	13:15	0:13	0:25
c	12:14	12:35	0:21	0:30	13:05	13:20	0:15	0:23
d	12:30	12:55	0:25	0:20	13:15	13:42	0:27	0:23
a	13:08	13:25	0:17	0:25	13:50	14:05	0:15	0:25
b	13:40	13:56	0:16	0:22	14:18	14:36	0:18	0:23
c	13:43	14:10	0:27	0:28	14:38	15:00	0:22	0:24
d	14:05	14:35	0:30	0:23	14:58	15:17	0:19	0:53
a	14:30	15:00	0:30	0:25	15:25	16:15	0:50	0:30
b	14:59	15:25	0:26	0:25	15:50	16:20	0:30	0:25
c	15:24	16:10	0:46	0:26	16:36	17:15	0:39	0:35
d	16:10	16:50	0:40	0:26	17:16	17:48	0:32	0:27
a	16:15	16:50	0:35	0:40	17:30	17:58	0:28	0:47
a	16:45	17:20	0:35	0:20	17:40	18:25	0:45	0:20
b	17:25	17:55	0:30	0:25	18:20	19:00	0:40	0:30
c	17:50	18:10	0:20	0:24	18:34	19:20	0:46	0:45
d	18:15	18:40	0:25	0:25	19:05	19:40	0:35	
a	18:45	19:00	0:15	0:20	19:20	19:50	0:30	
b	19:30	19:45	0:15	0:22	20:07	21:05	0:58	

c	20:05	20:30	0:25	0:20	20:50	21:25	0:35	
---	-------	-------	------	------	-------	-------	------	--

Tabel 5. Data Hasil Survey *Shuttle Bus* Eksisting Jumat, 16 Januari 2015

No Plat	terminal 1				terminal 2			
	waktu kedatangan	waktu keberangkatan	waktu tunggu	waktu perjalanan T1-T2	waktu kedatangan	waktu keberangkatan	waktu tunggu	waktu perjalanan T2-T1
a	9:00	9:16	0:16	0:24	9:40	10:10	0:30	0:25
b	9:16	9:40	0:24	0:22	10:02	10:20	0:18	0:25
c	9:40	10:00	0:20	0:23	10:23	10:47	0:24	0:23
d	10:00	10:15	0:15	0:23	10:38	11:00	0:22	0:24
a	10:35	10:49	0:14	0:26	11:15	11:34	0:19	0:25
b	10:45	11:05	0:20	0:23	11:28	11:50	0:22	0:24
c	11:10	11:27	0:17	0:22	11:49	12:08	0:19	0:25
d	11:24	11:40	0:16	0:20	12:00	12:20	0:20	0:22
a	11:59	12:14	0:15	0:24	12:38	12:55	0:17	0:22
b	12:14	12:38	0:24	0:24	13:02	13:18	0:16	0:22
c	12:33	12:50	0:17	0:23	13:13	13:28	0:15	0:22

d	12:42	13:07	0:25	0:23	13:30	13:45	0:15	0:20
a	13:17	13:25	0:08	0:25	13:50	14:05	0:15	0:25
b	13:40	13:56	0:16	0:22	14:18	14:36	0:18	0:23
c	13:50	14:10	0:20	0:28	14:38	15:00	0:22	0:28
d	14:05	14:35	0:30	0:23	14:58	15:24	0:26	0:23
a	14:30	15:00	0:30	0:25	15:25	16:05	0:40	0:00
b	14:59	15:25	0:26	0:25	15:50	16:20	0:30	0:25
c	15:28	15:47	0:19	0:25	16:12	16:55	0:43	0:25
d	15:47	16:25	0:38	0:20	16:45	17:06	0:21	0:29
a	16:05	16:40	0:35	0:35	17:15	17:58	0:43	0:32
b	16:45	17:20	0:35	0:20	17:40	18:25	0:45	0:30
c	17:20	17:35	0:15	0:25	18:00	18:50	0:50	0:40
d	17:35	18:10	0:35	0:27	18:37	19:20	0:43	0:45
a	18:30	18:47	0:17	0:23	19:10	19:40	0:30	
b	18:55	19:20	0:25	0:24	19:44	20:25	0:41	
c	19:30	19:45	0:15	0:25	20:10	21:05	0:55	
d	20:05	20:30	0:25	0:20	20:50	21:25	0:35	

Tabel 6. Data Hasil Survey *Shuttle Bus* Eksisting Sabtu, 17 Januari 2015

No Plat	terminal 1				terminal 2			
	waktu kedatangan	waktu keberangkatan	waktu tunggu	waktu perjalanan T1-T2	waktu kedatangan	waktu keberangkatan	waktu tunggu	waktu perjalanan T2-T1
a	9:00	9:15	0:15	0:25	9:40	10:10	0:30	0:25
b	9:15	9:37	0:22	0:20	9:57	10:20	0:23	0:29
c	9:37	10:05	0:28	0:20	10:25	10:47	0:22	0:23
d	10:05	10:19	0:14	0:21	10:40	11:00	0:20	0:27
a	10:35	10:49	0:14	0:26	11:15	11:34	0:19	0:24
b	10:49	11:10	0:21	0:22	11:32	11:50	0:18	0:24
c	11:10	11:27	0:17	0:22	11:49	12:08	0:19	0:27
d	11:27	11:40	0:13	0:20	12:00	12:20	0:20	0:25
a	11:58	12:14	0:16	0:24	12:38	12:55	0:17	0:20
b	12:14	12:38	0:24	0:24	13:02	13:18	0:16	0:22
c	12:35	12:56	0:21	0:21	13:17	13:28	0:11	0:22
d	12:45	13:07	0:22	0:23	13:30	13:45	0:15	0:23
a	13:15	13:34	0:19	0:24	13:58	14:05	0:07	0:30

b	13:40	13:58	0:18	0:22	14:20	14:36	0:16	0:24
c	13:50	14:10	0:20	0:28	14:38	15:00	0:22	0:30
d	14:08	14:34	0:26	0:24	14:58	15:24	0:26	0:23
a	14:35	15:02	0:27	0:23	15:25	16:00	0:35	0:25
b	15:00	15:27	0:27	0:23	15:50	16:20	0:30	0:28
c	15:30	15:48	0:18	0:24	16:12	16:55	0:43	0:34
d	15:47	16:26	0:39	0:19	16:45	17:06	0:21	0:29
a	16:25	16:40	0:15	0:37	17:17	17:58	0:41	0:32
b	16:48	17:22	0:34	0:27	17:49	18:25	0:36	0:28
c	17:29	17:35	0:06	0:25	18:00	18:53	0:53	0:41
d	17:35	18:14	0:39	0:23	18:37	19:20	0:43	0:48
a	18:30	18:46	0:16	0:28	19:14	19:40	0:26	
b	18:53	19:22	0:29	0:22	19:44	20:25	0:41	
c	19:34	19:56	0:22	0:24	20:20	21:05	0:45	
d	20:08	20:30	0:22	0:20	20:50	21:25	0:35	

Tabel 7. Data Hasil Survey *Shuttle Bus* Eksisting Minggu, 18 Januari 2015

No Plat	terminal 1	terminal 2
---------	------------	------------

	waktu kedatangan	waktu keberangkatan	waktu tunggu	waktu perjalanan T1-T2	waktu kedatangan	waktu keberangkatan	waktu tunggu	waktu perjalanan T2-T1
a	9:00	9:15	0:15	0:25	9:40	10:08	0:28	0:23
b	9:15	9:40	0:25	0:23	10:03	10:22	0:19	0:23
c	9:40	10:08	0:28	0:20	10:28	10:47	0:19	0:23
d	10:08	10:25	0:17	0:20	10:45	11:03	0:18	0:22
a	10:31	10:50	0:19	0:25	11:15	11:35	0:20	0:23
b	10:45	11:10	0:25	0:23	11:33	11:52	0:19	0:23
c	11:10	11:27	0:17	0:23	11:50	12:10	0:20	0:23
d	11:25	11:40	0:15	0:23	12:03	12:22	0:19	0:23
a	11:58	12:14	0:16	0:22	12:36	12:57	0:21	0:20
b	12:15	12:38	0:23	0:22	13:00	13:19	0:19	0:22
c	12:33	12:56	0:23	0:22	13:18	13:30	0:12	0:18
d	12:45	13:07	0:22	0:21	13:28	13:47	0:19	0:23
a	13:17	13:34	0:17	0:22	13:56	14:05	0:09	0:25
b	13:41	13:58	0:17	0:24	14:22	14:36	0:14	0:27
c	13:48	14:10	0:22	0:22	14:32	15:00	0:28	0:22

d	14:10	14:35	0:25	0:23	14:58	15:25	0:27	0:22
a	14:30	15:00	0:30	0:25	15:25	16:05	0:40	0:20
b	15:03	15:25	0:22	0:23	15:48	16:24	0:36	0:24
c	15:22	15:47	0:25	0:26	16:13	16:55	0:42	0:25
d	15:47	16:25	0:38	0:23	16:48	17:05	0:17	0:32
a	16:25	16:40	0:15	0:37	17:17	18:00	0:43	0:32
b	16:48	17:20	0:32	0:29	17:49	18:25	0:36	0:30
c	17:20	17:35	0:15	0:30	18:05	19:03	0:58	0:33
d	17:37	18:10	0:33	0:27	18:37	19:18	0:41	0:42
a	18:32	18:47	0:15	0:25	19:12	19:42	0:30	
b	18:55	19:20	0:25	0:23	19:43	20:24	0:41	
c	19:36	19:56	0:20	0:22	20:18	21:08	0:50	
d	20:00	20:30	0:30	0:22	20:52	21:25	0:33	

Keterangan: a,b,c dan d adalah nomor plat shuttle bus yaitu L 7610 UA, L7601 UA, L 7602 UA, dan L 7603 UA.

Tabel 1. Data jumlah penumpang transit terbanyak selama jam tersibuk (*Peak hour*)

Sumber : Hasil analisis

Jam	J.pnmpg trnsit/ (jam)	% penumpang transit perjam	total P.transit harian	Jumlah P.Transit Peak Hour
3.30-04.30	10	0.02%	1753	0
3.40-4.40	44	0.09%	1753	2
3.50-4.50	130	0.26%	1753	5
4.00-5.00	302	0.60%	1753	11
4.10-5.10	628	1.25%	1753	22
4.20-5.20	1140	2.28%	1753	40
4.30-5.30	1661	3.32%	1753	58
4.40-5.40	2063	4.12%	1753	72
4.50-5.50	2273	4.54%	1753	80
5.00-6.00	2295	4.59%	1753	80
5.10-6.10	2133	4.26%	1753	75
5.20-6.20	1731	3.46%	1753	61
5.30-6.30	1293	2.58%	1753	45
5.40-6.40	910	1.82%	1753	32
5.50-6.50	742	1.48%	1753	26
6.00-7.00	722	1.44%	1753	25
6.10-7.10	707	1.41%	1753	25
6.20-7.20	727	1.45%	1753	25
6.30-7.30	761	1.52%	1753	27
6.40-7.40	911	1.82%	1753	32
6.50-7.50	1100	2.20%	1753	39
7.00-8.00	1255	2.51%	1753	44

7.10-8.10	1368	2.73%	1753	48
7.20-8.20	1414	2.83%	1753	50
7.30-8.30	1389	2.78%	1753	49
7.40-8.40	1251	2.50%	1753	44
7.50-8.50	983	1.96%	1753	34
8.00-9.00	699	1.40%	1753	24
8.10-9.10	529	1.06%	1753	19
8.20-9.20	503	1.00%	1753	18
8.30-9.30	701	1.40%	1753	25
8.40-9.40	1025	2.05%	1753	36
8.50-9.50	1276	2.55%	1753	45
9.00-10.00	1411	2.82%	1753	49
9.10-10.10	1363	2.72%	1753	48
9.20-10.20	1213	2.42%	1753	42
9.30-10.30	913	1.82%	1753	32
9.40-10.40	526	1.05%	1753	18
9.50-10.50	230	0.46%	1753	8
10.00-11.00	61	0.12%	1753	2
10.10-11.10	35	0.07%	1753	1
10.20-11.20	71	0.14%	1753	2
10.30-11.30	120	0.24%	1753	4
10.40-11.40	160	0.32%	1753	6
10.50-11.50	191	0.38%	1753	7
11.00-12.00	213	0.43%	1753	7
11.10-12.10	249	0.50%	1753	9
11.20-12.20	295	0.59%	1753	10
11.30-12.30	328	0.66%	1753	11
11.40-12.40	344	0.69%	1753	12
11.50-12.50	335	0.67%	1753	12

12.00-13.00	308	0.62%	1753	11
12.10-13.10	256	0.51%	1753	9
12.20-13.20	180	0.36%	1753	6
12.30-13.30	112	0.22%	1753	4
12.40-13.40	84	0.17%	1753	3
12.50-13.50	116	0.23%	1753	4
13.00-14.00	203	0.41%	1753	7
13.10-14.10	301	0.60%	1753	11
13.20-14.20	389	0.78%	1753	14
13.30-14.30	448	0.90%	1753	16
13.40-14.40	460	0.92%	1753	16
13.50-14.50	423	0.85%	1753	15
14.00-15.00	336	0.67%	1753	12
14.10-15.10	239	0.48%	1753	8
14.20-15.20	152	0.30%	1753	5
14.30-15.30	93	0.19%	1753	3
14.40-15.40	78	0.16%	1753	3
14.50-15.50	98	0.20%	1753	3
15.00-16.00	133	0.27%	1753	5
15.10-16.10	159	0.32%	1753	6
15.20-16.20	165	0.33%	1753	6
15.30-16.30	154	0.31%	1753	5
15.40-16.40	128	0.26%	1753	4
15.50-16.50	90	0.18%	1753	3
16.00-17.00	56	0.11%	1753	2
16.10-17.10	41	0.08%	1753	1
16.20-17.20	55	0.11%	1753	2
16.30-17.30	93	0.19%	1753	3
16.40-17.40	135	0.27%	1753	5

16.50-17.50	165	0.33%	1753	6
17.00-18.00	182	0.36%	1753	6
17.10-18.10	189	0.38%	1753	7
17.20-18.20	198	0.40%	1753	7
17.30-18.30	204	0.41%	1753	7
17.40-18.40	197	0.39%	1753	7
17.50-18.50	185	0.37%	1753	6
18.00-19.00	166	0.33%	1753	6
18.10-19.10	145	0.29%	1753	5
18.20-19.20	109	0.22%	1753	4
18.30-19.30	62	0.12%	1753	2
18.40-19.40	26	0.05%	1753	1
18.50-19.50	5	0.01%	1753	0
19.00-20.00	0	0.00%	1753	0
19.10-20.10	0	0.00%	1753	0
Total	50052	100.00%	1753	1753

A concern associated with many APM installations is the overall cost. Many recent APM systems have had reported overall capital costs exceeding \$100 million per mile. The budgetary cost for the currently proposed system at Miami Airport, operating on a simple two way track 1.3 miles in length is \$220 million. Jakes (2003) has suggested that these costs are unjustified, however these are costs which are being paid for recent installations.

The figures in Table 1 are taken from an analysis by Shen et al, but inflated to 2005 US dollars by use of the CPI (130.1 from Jan 1994 to Jan 2005, see also discussion in section 5.2).

Cost per Route Mile (\$million 2005)			
	Low	Average	High
Rapid Rail Transit Systems	\$110.5	\$201.9	\$293.8
Light Rail Transit Systems	\$25.4	\$88.8	\$195.2
Urban APMs	\$82.7	\$113.9	\$145.5
Airport APMs	\$48.8	\$131.1	\$237.0

Table 1 - Costs of Various Line Haul Systems

It can be seen that in broad terms there are only modest differences between the costs of the various systems. The cost variations within a particular category of system are of the same order, arguably even greater, than the variation between categories. This suggests that valid comparisons could be made between PRT and any line haul system rather than specifically APM systems.

This suggests in turn that the basic cost drivers are common engineering issues rather than specific features of the technology. The high cost of APM, and other line haul systems, seems likely to be associated with their (comparatively) large size. PRT is a transport facility of a considerably smaller scale than such systems. Thus PRT offers potential for reducing the capital cost of a system in comparison with conventional APMs, whilst providing a like for like passenger capacity with reduced delay to individual travellers, and comparable reliability.

An automated system can be divided into three parts, the infrastructure, control system and vehicles. A report, FTA(1992), gave an analysis of a variety of APM systems. The average percentage cost breakdown from that analysis is shown in Table 2, which also shows variations in component part proportions between high and low ranges.

Component	Low	Average	High
Guideway	16	26.3	36
Stations	3	11.4	24
Maint. & Support Capabilities	2	5.1	8
Power and Utility	3	7.1	15
Vehicles	5	19.3	32
Command, Control & Communication	5	12.0	22
Engineering & Project Management	10	18.8	28

Table 2 - Percentage Breakdown of APM Costs

Gambar 3.7. Data Jarak Rute Dalam Dari Ujung Runway

Sumber : Google Earth



Tabel 1. Harga tiket penerbangan internasional

Destination	Airlines	Call sign	Type A/C	Kapasitas	Jadwal Keberangkatan	Harga Tiket Rata-rata
SIN Singapore	China Airlines	CI 752	333	440	6:05	Rp 2,089,823.00
SIN Singapore	Garuda Indonesia	GA 9995^	333	440	6:05	Rp 2,089,823.00
KUL Kuala Lumpur	Indonesia AirAsia	QZ 320	320	179	6:05	Rp 827,900.00
SIN Singapore	China Airlines	CI 752	333	440	6:05	Rp 2,089,823.00
SIN Singapore	Garuda Indonesia	GA 9995^	333	440	6:05	Rp 2,089,823.00
KUL Kuala Lumpur	Indonesia AirAsia	QZ 320	320	179	6:05	Rp 827,900.00
BWN Bandar Seri Begawan	Royal Brunei Airlines	BI 796	320	179	6:30	Rp 1,841,100.00
BWN Bandar Seri Begawan	Garuda Indonesia	GA 9006^	320	179	6:30	Rp 1,447,000.00

JED Jeddah	Garuda Indonesia	GA 984	333	440	6:50	Rp 12,182,055.00
SIN Singapore	Garuda Indonesia	GA 854	738	162	7:30	Rp 2,089,823.00
SIN Singapore	KLM	KL 4056^	738	162	7:30	Rp 2,089,823.00
SIN Singapore	Air France	AF 3930^	738	162	7:30	Rp 2,089,823.00
SIN Singapore	Singapore Airlines	SQ 5554^	738	162	7:30	Rp 2,089,823.00
HKG Hong Kong	Cathay Pacific	CX 780	333	440	8:45	Rp 19,941,861.00
HKG Hong Kong	JAL	JL 7920^	333	440	8:45	Rp 16,968,074.00
HKG Hong Kong	British Airways	BA 4570^	333	440	8:45	Rp 6,434,536.00
KUL Kuala Lumpur	AirAsia	AK 365	320	179	8:50	Rp 827,900.00
JHB Johor Bharu	Indonesia AirAsia	QZ 390	320	179	9:25	Rp 649,000.00
SIN Singapore	Tigerair Singapore	TR 2261	320	179	10:10	Rp 707,100.00

SIN Singapore	Singapore Airlines	SQ 931	333	440	10:10	Rp 17,921,063.00
SIN Singapore	Virgin Australia	VA 5583^	333	440	10:10	Rp 11,091,419.00
SIN Singapore	SilkAir	MI 5881^	333	440	10:10	Rp 9,434,662.00
KUL Kuala Lumpur	Indonesia AirAsia	QZ 322	320	179	12:10	Rp 707,029.00
SIN Singapore	Jetstar Asia	3K 248	320	179	13:15	Rp 2,509,000.00
SIN Singapore	Qantas	QF 4279^	320	179	13:15	Rp 11,091,419.00
KUL Kuala Lumpur	Citilink	CTV 8856	320	179	14:55	Rp 677,100.00
KUL Kuala Lumpur	Citilink	CTV 8856	320	179	14:55	Rp 677,100.00
KUL Kuala Lumpur	Indonesia AirAsia	QZ 324	320	179	15:10	Rp 707,029.00
KUL Kuala Lumpur	Indonesia AirAsia	QZ 8297	320	179	16:45	Rp 707,029.00
KUL Kuala Lumpur	Indonesia AirAsia	QZ 326	320	179	18:25	Rp 707,029.00

JHB Johor Baru	Citilink	CTV 8870	320	179	19:10	Rp 4,193,154.00
-------------------	----------	----------	-----	-----	-------	--------------------

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Banda Aceh pada tanggal 23 Desember 1993, dengan nama lengkap Sabila Desvi. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD 1 Tapaktuan, SD 5 Tapaktuan, SMPN 1 Tapaktuan, dan SMAN UNGGUL KABAS. Setelah lulus dari SMAN UNGGUL KABAS tahun 2011, penulis diterima di Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS pada tahun 2011 dan terdaftar dengan NRP 3111100013. Di Jurusan Teknik Sipil ini, penulis mengambil judul Tugas Akhir di bidang Transportasi (Bandara). Penulis sempat aktif diberbagai kegiatan yang diselenggarakan oleh jurusan, fakultas, maupun institut. Apabila pembaca ingin berkorespondensi dengan penulis, dapat melalui *email* ovsabila@yahoo.com