



**PENGEMBANGAN FASILITAS SISI UDARA  
BANDAR UDARA NOTOHADINEGORO  
KABUPATEN JEMBER**

**SKRIPSI**

Oleh  
**Grace Shintya Dewi**  
**NIM 141910301113**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2016**



**PENGEMBANGAN FASILITAS SISI UDARA  
BANDAR UDARA NOTOHADINEGORO  
KABUPATEN JEMBER**

**SKRIPSI**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh  
**Grace Shintya Dewi**  
**NIM 141910301113**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2016**

## PERSEMBAHAN

Segala puji syukur kuberikan untuk Tuhan Yesus yang sudah memberikan berkat dan kasih setiaNya kepadaku sampai saat ini, rencanaNya selalu indah dan pertolonganNya tidak pernah terlambat, semua indah pada waktunya. Akhirnya, dengan kerendahan hati kupersembahkan sebuah karya kecil ini sebagai wujud terimakasih, bakti, dan cintaku pada :

1. Tuhan Yesus yang sudah menjadi Tuhan dan Juruselamatku, terimakasih untuk kasih sayang, pertolongan dan janji yang selalu membuat hidupku berpengharapan.
2. Mama Papa tercinta, sudah menjadi orang tua yang luar biasa dalam hidupku. Terimakasih untuk cinta dan kasih sayang yang tulus serta doa dan semangat yang tak kunjung henti.
3. Adik-adikku terkasih. Mahardika Pribadi, Maria Wahyu Daniar, Andreas Wahyu Putranto. Terimakasih atas doa dan semangatnya.
4. Keluarga besarku terkasih. Uti, Tante Nanik, Tante Tatik, Tante Yani, Om Apin, Om Sugeng, Om Hari, terimakasih sudah selalu mendoakanku dan memberiku motivasi.
5. Febry Dhity Setiawan, terimakasih sudah menyayangiku, dan tak pernah berhenti untuk memberiku semangat dan doa.
6. Sahabat – sahabatku yang selalu memberiku semangat dengan caranya masing – masing. Saudara kembarku Cilak, Saqira, Nine, Adek, Kak Yo, Mamih, Mbok Pia, Dek Resiw, keluarga kosan 53 (Mechan, Ponpon, Nando, Dek Ninis), keluarga CG 3 (Ko Yus, Claudia, Ka irma, Lisa, Kak Yayuk, Bang Yos, Mia, dll), dan para lelaki maco (Bobby, Mas Firman, Mas Egik, Tara, Rizal).
7. Almamaterku tercinta Universitas Negeri Jember.

**MOTTO**

“Sebab Aku ini mengetahui rancangan – rancangan apa yang ada pada-Ku mengenai kamu, demikianlah firman TUHAN, yaitu rancangan damai sejahtera dan bukan rancangan kecelakaan, untuk memberikanku kepadamu hari depan yang penuh harapan.”

*(Yeremia 29:11)<sup>1</sup>*

Serahkanlah hidupmu kepada Tuhan dan percayalah kepada-Nya, dan Ia akan bertindak.”

*(Mazmur 37:5)<sup>2</sup>*

Ia membuat segala sesuatu indah pada waktunya, bahkan Ia memberikan kekekalan dalam hati mereka.”

*(Pengkotbah 3:11)<sup>3</sup>*

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Grace Shintya Dewi

NIM : 141910301113

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "Pengembangan Fasilitas Sisi Udara Bandar Udara Notohadinegoro Kabupaten Jember" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember,

Yang menyatakan,

Grace Shintya Dewi

NIM 141910301113

**SKRIPSI**

**PENGEMBANGAN FASILITAS SISI UDARA  
BANDAR UDARA NOTOHADINEGORO  
KABUPATEN JEMBER**

Oleh

Grace Shintya Dewi

NIM 141910301113

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Ahmad Hasanuddin, S.T., M.T

Dosen Pembimbing Anggota : Dewi Junita K., S.T., M.T

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Pengembangan Fasilitas Sisi Udara Bandar Udara Notohadinegoro Kabupaten Jember” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Kamis, 30 Juni 2016.

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember.

Tim Penguji:

Pembimbing I,

Akhmad Hasanuddin, S.T., M.T

NIP. 19710327 199803 1 003

Pembimbing II,

Dewi Junita K., S.T., M.T

NIP. 19710610 199903 2 001

Anggota I,

Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T

NIP. 19711209 199803 2 001

Anggota II,

Anita Trisiana, S.T., M.T

NIP.

Mengesahkan

Dekan,

Dr. Ir. Entin Hidayah M.U.M

NIP. 19661215 199503 2 001



**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	i
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....	vi
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	xv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Batasan Masalah .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Evaluasi Rencana Bandar Udara .....	5
2.2 Perencanaan Sisi Udara ( <i>Air Side</i> ) .....	6
2.2.1 Landasan Pacu ( <i>Runway</i> ) .....	6
2.2.1.1 Elemen Landasan Pacu ( <i>Runway</i> ) .....	6
2.2.1.2 Panjang Landasan Pacu ( <i>Runway</i> ) .....	7
2.2.1.3 Koreksi Panjang Landasan Pacu ( <i>Runway</i> ).....	7



2.2.1.4 <i>Aeroplane Reference Field Length (ARFL)</i> .....	10
2.2.1.5 Kode Referensi Bandar Udara .....	10
2.2.1.6 Lebar <i>Runway</i> .....	11
2.2.1.7 Bahu <i>Runway</i> .....	12
2.2.1.8 Panjang Landas Pacu untuk Pendaratan .....	12
2.2.1.9 Jarak Pendaratan ( <i>Landing Distance</i> ) .....	13
2.2.1.10 Kelas Pesawat .....	15
2.2.2 <i>Apron</i> .....	15
2.2.2.1 Tipe Parkir Pesawat .....	15
2.2.2.2 Tata Letak <i>Apron</i> .....	16
2.2.2.4 Luas <i>Apron</i> .....	18
2.2.3 <i>Taxiway</i> .....	20
2.2.3.1 Lebar <i>Taxiway</i> .....	21
2.2.3.2 Jarak Bebas Tepi <i>Taxiway (Taxiway Edge Clearance)</i> .....	22
2.3 Proyeksi Peramalan Jumlah Penumpang .....	23
2.4 Perencanaan Perkerasan Struktural .....	24
2.4.1 Perencanaan Perkerasan Metode FAA .....	25
2.4.2 Perkerasan Lentur Lapangan Terbang .....	26
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	27
3.2 Tahap Penelitian .....	27
3.3 Tahap Pengolahan Data .....	28
3.3.1 Peramalan Penumpang .....	28
3.3.2 Perhitungan Proyeksi Penumpang .....	29
3.3.3 Perhitungan Fasilitas Sisi Udara .....	30
3.3.3.1 Perencanaan <i>Runway</i> .....	30
3.3.3.2 Perencanaan <i>Apron</i> .....	31

3.4 Metode Perencanaan Perkerasan Sisi Udara .....	32
--	----

**BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Kebutuhan Data Peramalan Jumlah Penumpang .....	36
4.2 Data Variabel Terikat Peramalan Jumlah Penumpang .....	36
4.3 Data Variabel Bebas Peramalan Jumlah Penumpang .....	37
4.4 Pengolahan Data Variabel Bebas dan Variabel Terikat .....	38
4.5 Peramalan Jumlah Penumpang Bandar Udara Notohadinegoro Jember .....	40
4.6 Analisis Jam Puncak Rencana .....	41
4.6.1 Jumlah Penumpang Jam Puncak Rencana .....	41
4.7 Perencanaan Teknis Fasilitas Udara .....	45
4.7.1 Kondisi Eksisting .....	45
4.8 Analisis <i>Runway</i> .....	47
4.8.1 Penentuan Rute dan Penentuan Kritis .....	47
4.8.2 Penentuan Kode Referensi Bandar Udara .....	47
4.8.3 Faktor Koreksi Panjang <i>Runway</i> .....	47
4.8.4 Perhitungan <i>Aeroplane Field Length</i> (ARFL) .....	48
4.8.5 Panjang Landas Pacu Pendaratan .....	51
4.8.6 Jarak Pendaratan .....	52
4.8.7 Lebar <i>Runway</i> .....	53
4.9 Analisis Kebutuhan <i>Taxiway</i> .....	54
4.9.1 Lebar <i>Taxiway</i> .....	54
4.10 <i>Apron</i> .....	56
4.10.1 Sistem Tata Letak <i>Apron</i> .....	56
4.10.2 Tipe Parkir Pesawat .....	56
4.10.3 Jarak Bebas .....	57
4.10.4 Penentuan Luas <i>Apron</i> .....	57

4.10.4.1 Panjang <i>Apron</i> .....	57
4.10.4.2 Lebar <i>Apron</i> .....	58
4.11 Jumlah Lalu Lintas Keberangkatan ( <i>Annual Departure</i> ) Pesawat	59
4.11.1 Tebal Lapisan Perkerasan (manual) .....	65
4.11.2 Perhitungan Tebal Perkerasan .....	65
4.11.3 Jenis Perkerasan .....	67
<b>BAB 5. PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan .....	68
5.2 Saran .....	69

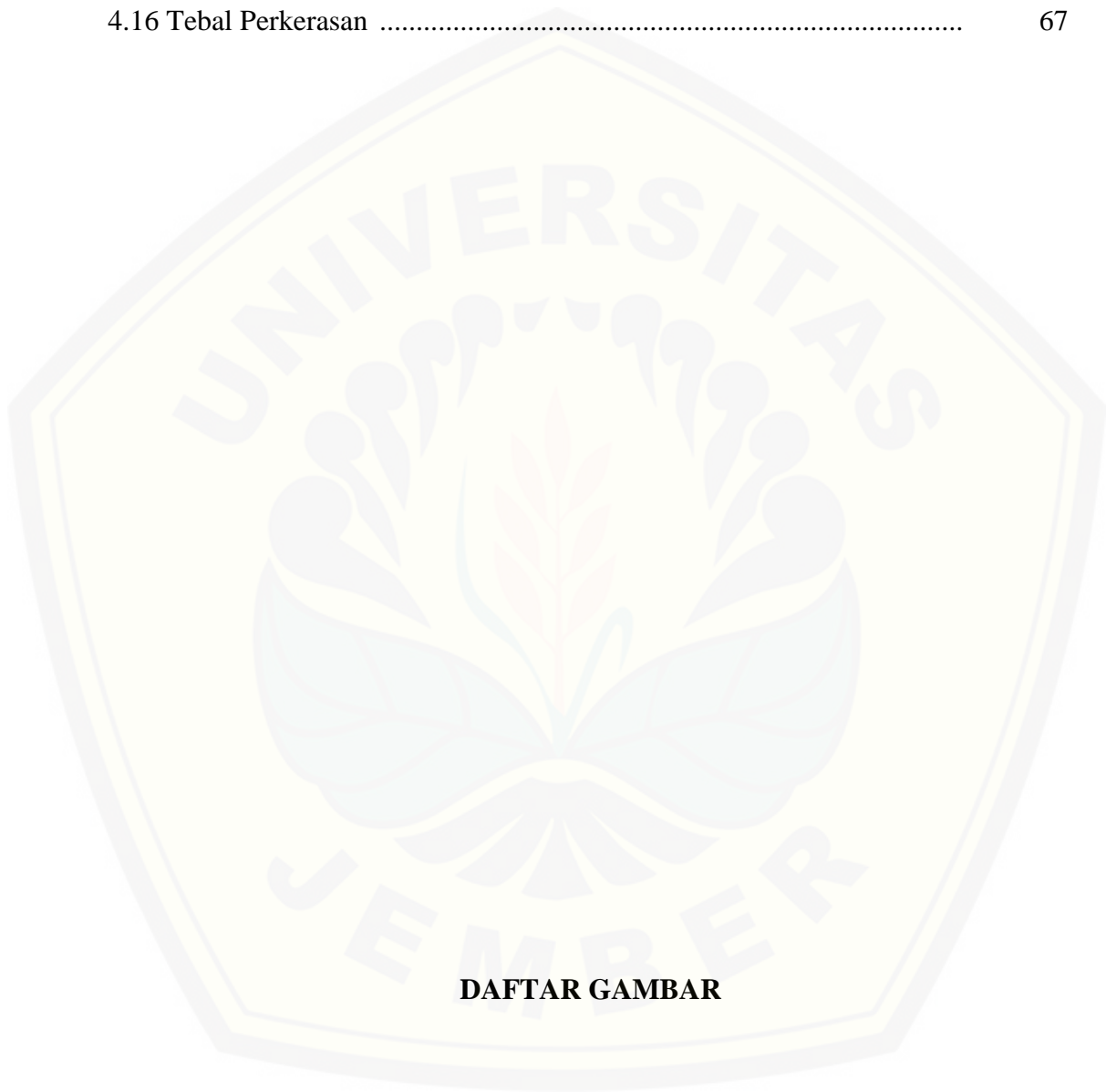
**DAFTAR PUSTAKA**

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Kode referensi bandara .....	11

2.2 Lebar <i>runway</i> .....	12
2.3 Bahu <i>runway</i> .....	12
2.4 Jenis pesawat terbang .....	15
2.5 <i>Aircraft parking position</i> – Jarak pemisah minimum .....	18
2.6 Lebar minimum untuk bagian lurus ( <i>straight section</i> ) <i>taxiway</i> .....	22
2.7 Jarak bebas minimum ( <i>minimum clearance</i> ) antara roda sumbu utama terluar ( <i>outer main gear wheels</i> ) suatu pesawat terbang dan tepi <i>taxiway</i> .....	22
2.8 Faktor konversi roda pesawat .....	26
2.9 Tipe roda pesawat .....	26
4.1 Jumlah Penumpang Domestik Tahunan Bandar Udara Notohadinegoro Jember .....	37
4.2 Produk Domestik Regional Bruto Kabupaten Jember Berdasar Harga Konstan Tahun 2000 .....	38
4.3. Hasil Perhitungan Pertumbuhan PDRB Kab. Jember Berdasar Harga Konstan Tahun 2000 (Jutaan Rupiah).....	39
4.4 Proyeksi Peramalan Penumpang Tahun 2016 – 2026 .....	40
4.5 Tipikal Jam Puncak Penumpang .....	41
4.6 Jumlah Penumpang Puncak Rencana Pesawat Boeing 737-200 .....	42
4.7 Jumlah Penumpang Puncak Pesawat ATR 72-600 .....	42
4.8 Karakteristik Pesawat Terbang .....	43
4.9 Jumlah Operasi Pesawat Pada Jam Puncak Rencana Pesawat Boeing 737 -200 .....	44
4.10 Jumlah pergerakan pesawat (per tahun) .....	44
4.11 Karakteristik Pesawat Jenis Boeing 737-200 .....	45
4.12 <i>Aeroplane Reference Field Length (ARFL)</i> Bandar Udara Notohadinegoro .....	51
4.13 Lebar minimum untuk bagian lurus ( <i>straight section</i> ) <i>taxiway</i> .....	54

4.14 Jarak bebas minimum ( <i>minimum clearance</i> ) antara roda sumbu utama terluar ( <i>outer main gear wheels</i> ) suatu pesawat terbang dan tepi <i>taxiway</i> .....	55
4.15 <i>Annual departure</i> pesawat tahun 2016-2026 .....	60
4.16 Tebal Perkerasan .....	67



**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2.1 Jarak Pendaratan .....	14
2.2 Tipe parkir pesawat .....	16
2.3 Tata Letak Apron .....	17

2.4 Perhitungan panjang <i>apron</i> .....	19
2.5 Perhitungan lebar <i>apron</i> .....	20
2.6 Geometrik Lebar <i>Taxiway</i> .....	21
4.1 Lay Out Bandar Udara .....	47
4.2 Perhitungan panjang <i>apron</i> .....	58
4.3 Perhitungan lebar <i>apron</i> .....	59
4.3 Struktur Perkerasan .....	66

**DAFTAR GRAFIK**

	Halaman
2.1 Kurva Kemampuan Pesawat Saat Mendarat .....	13
4.1 Kurva Kemampuan Pesawat Saat Mendarat .....	53
4.2 Kurva Evaluasi Perkerasan Lentur Untuk Pesawat dengan Roda Pendaratan <i>Single Wheel</i> .....	61

4.3 Kurva Evaluasi Perkerasan Lentur Untuk Pesawat dengan Roda Pendaratan <i>Dual Wheel</i> .....	63
4.4 Kurva Evaluasi Perkerasan Lentur Untuk Pesawat dengan Roda Pendaratan <i>Dual Wheel</i> .....	65





## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Transportasi merupakan kegiatan untuk melakukan perpindahan dari suatu tempat ke tempat yang lain. Seiring berkembangnya zaman kebutuhan transportasi juga semakin meningkat, masyarakat cenderung menginginkan transportasi yang cepat dan aman. Apabila ditinjau dari dua hal tersebut, maka transportasi udara adalah pilihan yang tepat. Dilihat dari segi waktu tempuh, transportasi udara merupakan alternatif paling cepat dibandingkan dengan transportasi lain.

Kabupaten Jember sebagai salah satu kabupaten di Jawa Timur memiliki tingkat ekonomi masyarakat yang berkembang dengan pesat. Dilihat dari munculnya gedung – gedung bertingkat membuktikan bahwa Jember mulai dilirik dan diminati oleh investor terkemuka untuk berinvestasi di kota tembakau ini. Pertumbuhan ekonomi yang cukup pesat tentunya memberikan kontribusi terhadap kenaikan mobabilitas dari dan menuju kabupaten Jember. Sarana transportasi darat yang ada dengan menggunakan jasa angkutan kendaraan maupun kereta api ataupun kendaraan pribadi dirasa masih belum mencukupi untuk melayani tingkat kebutuhan transportasi yang menuntut kecepatan mobabilitas masyarakat dimasa yang akan datang. Salah satu alternatif moda transportasi yang dikembangkan oleh pemerintah Kabupaten Jember untuk memfasilitasi pergerakan manusia dan barang ialah transportasi udara. Transportasi udara yang dimiliki Kabupaten Jember adalah Bandar Udara Notohadinegoro.

Bandar Udara Notohadinegoro terletak di Desa Wirowongso, Kecamatan Ajung, Kabupaten Jember yang berjarak  $\pm$  8 km dari pusat kota Jember. Secara administratif lokasi Bandar Udara Notohadinegoro ini terletak di antara 3 desa, yaitu Desa Ajung, Desa Jenggawah dan Desa Mumbulsari.

Letak geografis Bandar Udara Notohadinegoro pada posisi  $08^{\circ} 14' 32''$  LS dan  $113^{\circ} 41' 40''$  BT. Terletak pada ketinggian 85.65 m di atas permukaan laut rata-rata (*Mean Sea Level*), dengan kondisi topografi yang relatif datar.

Perencanaan pengembangan Bandar Udara Notohadinegoro sudah direncanakan oleh Dinas Perhubungan Kabupaten Jember pada tahun 2005. Metode yang digunakan dalam perencanaan teknis fasilitas sisi udara adalah berdasar IATA (*International Air Transport Assosiation*) dan ICAO (*International Civil Aviation Organitation*) dengan panjang landas pacu sejauh 1200 meter. Pemerintah kabupaten Jember menjalin kerja sama dengan Maskapai Garuda Indonesia untuk mengoperasikan Bandar Udara Notohadinegoro. Dari hasil kerja sama, Maskapai Garuda Indonesia menggunakan pesawat jenis ATR 72-600 untuk dioperasikan di Bandar Udara Notohadinegoro. Pesawat ini beroperasi sejak tanggal 16 Juli 2014 dengan penerbangan komersil Jember-Surabaya.

Saat ini Bandar Udara Notohadinegoro memiliki panjang landasan pacu 1560 meter, dan pemerintah terus melakukan pengembangan dalam hal sarana dan prasarana pada sisi darat maupun udara. Kebutuhan jangka panjang yang membutuhkan perencanaan dan pengembangan yang lebih spesifik diperlukan sebagai antisipasi pertumbuhan permintaan jasa transportasi di masa mendatang. Pengembangan fasilitas Bandar Udara Notohadinegoro hendaknya dapat digunakan untuk memenuhi aktifitas penerbangan beberapa tahun kedepan.

Untuk melakukan pengembangan suatu bandar udara di masa yang akan datang perlu perencanaan yang matang. Perencanaan fasilitas sisi udara pada sebuah bandar udara memerlukan parameter perencanaan, yaitu pesawat yang memakai fasilitas sisi udara serta frekuensi penerbangan jam puncak. Sehingga diperlukan masterplan sebagai acuan untuk mempermudah pekerjaan ketika bandara sedang dalam tahap pengembangan. Dalam hal ini Bandar Udara Notohadinegoro masih menyusun Rencana Induk Pengembangan Bandara. Karena belum adanya masterplan maka perlu dilakukan studi terhadap perencanaan masterplan pada sisi udara Bandar Udara Notohadinegoro di Kabupaten Jember.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut dapat diketahui rumusan permasalahan yang terdapat pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana kondisi Bandar Udara Notohadinegoro Kab. Jember saat ini, ditinjau dari fasilitas sisi udara ?
2. Bagaimana upaya pembenahan fasilitas dan tebal perkerasan sisi udara untuk penerbangan domestik sampai dengan tahun rencana 2026?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas dapat diuraikan tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kondisi Bandar Udara Notohadinegoro Kab. Jember saat ini, ditinjau dari fasilitas sisi udara.
2. Menganalisa perencanaan fasilitas sisi udara Bandar Udara Notohadinegoro yaitu menentukan kebutuhan *runway*, *taxiway* serta luasan *apron* dan perkerasannya guna memenuhi kebutuhan aktifitas penerbangan sampai tahun rencana 2026.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penulisan skripsi ini adalah memberikan pertimbangan kepada:

1. Penulis sebagai tambahan pengetahuan dalam merencanakan suatu proyek, khususnya dalam bidang transportasi.
2. Perencana Bandar Udara Notohadinegoro dalam pengembangan fasilitas pelengkap Bandara khususnya pada sisi udara.
3. Penduduk Kabupaten Jember dan sekitarnya sebagai moda transportasi alternatif.

### 1.5 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini pembahasan masalah dibatasi pada :

1. Perhitungan peramalan kedatangan dan keberangkatan penumpang menggunakan data Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Harga Konstan.

2. Perencanaan fasilitas sisi udara hanya membahas *runway*, *apron* dan *taxiway* pada Bandar Udara Notohadinegoro Jember termasuk kebutuhan tebal perkerasannya.
3. Perhitungan luas *runway*, *apron* dan *taxiway* mengacu pada *Manual Of Standard Aerodrome* bagian 139 dan *Advisory Circular AC*.
4. Tidak membahas sisi darat pada Bandar Udara Notohadinegoro Jember.
5. Tidak melakukan uji CBR untuk menghitung tebal perkerasan.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Evaluasi Rencana Bandar Udara

Bandar udara atau bandara didefinisikan sebagai suatu area diatas tanah dan atau air termasuk didalamnya gedung-gedung, fasilitas-fasilitas dan peralatan-peralatan yang digunakan oleh pesawat untuk tinggal landas, mendarat dan bongkar muat penumpang maupun barang.

Sebuah lapangan terbang melingkupi kegiatan yang sangat luas, secara garis besar sistem operasional lapangan terbang dapat dibagi menjadi dua sistem yaitu sisi darat dan sisi udara. Sisi darat (*land side*) merupakan operasional lapangan terbang dari sisi pergerakan dan aktivitas penumpang maupun barang di darat. Sedangkan sisi udara (*air side*) merupakan operasional lapangan terbang dari sisi penerbangan mulai dari approach pesawat hingga bongkar muat penumpang dan barang. Fasilitas yang termasuk di dalam sisi udara diantaranya *runway*, *apron*, *taxiway*, *holdingbay*, serta fasilitas-fasilitas pendukung yang digunakan untuk manuver pesawat diarea lapangan terbang. Menurut *Horonjeff (1993)*, beberapa faktor yang mempengaruhi ukuran suatu lapangan terbang adalah sebagai berikut:

- Karakteristik dan ukuran pesawat udara yang dilayani

Faktor ini sangat mempengaruhi terhadap panjang landasan pacu karena setiap jenis pesawat akan mempunyai karakteristik yang berbeda sehingga mempersyaratkan kondisi yang berbeda pula pengoperasiannya.

- Antisipasi terhadap volume lalu lintas penerbangan

Faktor ini akan mempengaruhi terhadap jumlah landasan pacu yang dibutuhkan, konfigurasi landasan pacu, konfigurasi *Taxiway*.

- Kondisi meteorologi

Elemen meteorologi yang menjadi perhatian adalah angin dan temperatur, dimana angin akan mempengaruhi terhadap arah landasan pacu serta konfigurasi landasan pacu, adapun temperatur akan mempengaruhi terhadap panjang landasan pacu dimana setiap perubahan temperatur 1°F akan menyebabkan koreksi terhadap panjang landasan



pacu sebesar 1% yang berarti semakin tinggi temperatur yang terjadi, semakin panjang landasan pacu yang dibutuhkan.

- Ketinggian lokasi lapangan terbang

Faktor ini akan berpengaruh terhadap panjang landasan pacu dimana setiap perubahan 1000 ft ketinggian lokasi dari permukaan air laut, akan terjadi koreksi terhadap panjang landasan pacu sebesar 7%. Ketinggian lokasi lapangan terbang diukur dari muka air laut.

## 2.2. Perencanaan Sisi Udara (*Air Side*)

Beberapa fasilitas dan peralatan yang diperlukan untuk operasional lapangan terbang dari sisi udara akan diuraikan sebagai berikut (*Horonjeff, 1993 dalam Rahmawati, 2009*):

### 2.2.1. Landasan Pacu (*Runway*)

Landasan pacu didefinisikan sebagai daerah berbentuk persegi panjang di darat yang digunakan untuk lepas-landas dan pendaratan pesawat.

#### 2.2.1.1. Elemen Landasan Pacu (*Runway*)

Elemen-elemen dasar dari sebuah landasan pacu adalah:

- Perkerasan struktural yang digunakan sebagai tumpuan pesawat
- Bahu landasan yang merupakan batas dari perkerasan struktural dan difungsikan sebagai penahan erosi akibat air dan semburan jet.
- *Blast pad*, area penahan erosi yang berada di ujung perkerasan struktural
- Area Keamanan Landasan (*Runway Safety Area*), merupakan daerah bebas halangan, berdrainase serta datar. Area ini harus mampu dilalui oleh peralatan keamanan dan keselamatan lapangan terbang. Perluasan area keamanan (*Safety Area*), dibuat apabila dianggap perlu, ukurannya tidak menentu, tergantung kebutuhan lokal.

#### 2.2.1.2. Panjang Landasan Pacu (*Runway*)

Menurut *Horonjeff (1993)*, penentuan panjang landasan pacu didasarkan pada jenis pesawat kritis yang menggunakan fasilitas *runway* tersebut. Yaitu

pesawat dengan lintasan dasar terpanjang dan menggunakan *runway* bandar udara sedikitnya 250 setahun.

Dengan memperhatikan karakteristik pesawat yang beroperasi di Bandar Udara, dapat ditentukan panjang *runway* yang dibutuhkan berdasarkan pesawat yang memiliki kebutuhan panjang *runway* terbesar. Baik kebutuhan untuk lepas-landas maupun daratan diperhitungkan dalam menentukan panjang *runway* dan kebutuhan operasional kedua arah *runway*.

Untuk *runway* sekunder pesawat yang diperhitungkan adalah hanya pesawat yang diperkirakan akan dilayani oleh *runway* sekunder tersebut, yaitu diluar dari kemampuan *runway* primer dalam memenuhi faktor guna 95%.

#### 2.2.1.3. Koreksi Panjang Landasan Pacu (*Runway*)

Panjang *runway* dari hasil perhitungan dengan referensi pesawat terbesar masih harus dikoreksi terhadap elevasi, temperatur dan kemiringan *runway*. Hal ini dikarenakan perhitungan yang dibuat diasumsikan terjadi pada kondisi ideal, yaitu elevasi bandar udara 0 m, suhu udara standar pada tekanan 1 atmosfer, kemiringan *runway* 0%. Bentuk koreksi dapat dijelaskan sebagai berikut, *Horonjeff (1993)* :

##### 1. Koreksi terhadap elevasi *runway*

Bila Bandara letaknya semakin tinggi dari permukaan laut maka hawanya lebih tipis dari hawa laut (temperatur semakin kecil) sehingga pada landasan membutuhkan *runway* yang lebih panjang. Makin tinggi letak *runway* dari permukaan laut maka ada perpanjangan *runway* yaitu setiap naik 300 M (1000 ft) perpanjangannya 7%.

Maka rumusnya adalah :

$$Fe = 1 + (0.07 \times h / 300) \dots \dots \dots (1)$$

dengan:

Fe = faktor koreksi untuk elevasi



$h$  = elevasi di atas permukaan laut (m)

2. Koreksi terhadap temperatur

Keadaan temperatur Bandara pada masing-masing tempat tidak sama. Makin tinggi temperatur di Bandara makin panjang *runway*-nya. Sebab semakin tinggi temperatur maka *density*-nya makin kecil yang mengakibatkan *thrust* (kekuatan mendesak) pesawat (untuk lari di atas landasan) itu berkurang, sehingga dengan kondisi seperti ini akan dituntut *runway* yang panjang.

Pada temperatur yang lebih tinggi dibutuhkan *runway* yang lebih panjang sebab temperatur tinggi akan menyebabkan kepadatan (*density*) udara yang rendah, menghasilkan *output* daya dorong yang rendah. Suhu temperatur standar adalah 15°C atau 59°F. Menurut ICAO panjang *runway* harus dikoreksi terhadap temperatur sebesar 1% untuk setiap kenaikan 1°C. Sedangkan untuk setiap kenaikan 1000 m dari permukaan laut temperatur akan turun 6.5°C.

Dengan dasar ini *International Civil Aviation Organization (ICAO)* menetapkan hitungan koreksi temperatur dengan rumus:

$$F_t = 1 + 0.01 \times [T_r - (15 - 0.0065 \times h)] \dots \dots \dots (2)$$

dengan:

$F_t$  = faktor koreksi terhadap temperatur

$h$  = elevasi bandar udara (m)

$T_r$  = temperatur standar bandar udara (°C)

$$T_r = T_a + 1/3 (T_m - T_a) \dots \dots \dots (3)$$

dengan:

$T_a$  = rata-rata bulanan dari rata-rata temperatur harian, pada bulan terpanas dalam setahun

$T_m$  = rata-rata bulanan dari temperatur maksimum harian

3. Koreksi terhadap kemiringan *runway*

Kemiringan ini juga mempengaruhi panjang pendek landasan. Tanjakan landasan akan menyebabkan tuntutan panjang yang lebih jika dibandingkan apabila landasan itu datar (rata). Landasan yang

menurun juga mempengaruhi panjang *runway* dimana panjang *runway* akan menjadi lebih pendek.

Hubungan kemiringan dan penambahan panjang mendekati linear, sebagai perbandingan panjang, maka :

- a. Untuk *runway* yang melayani jenis pesawat turbo jet maka tiap 1% dari kemiringan akan menuntut 7 – 10% penambahan panjang.
- b. Pada peraturan-peraturan penerbangan maka kemiringan yang dipakai pada umumnya kemiringan “*average-uniform gradient*” (kemiringan rata-rata yang sama), walaupun kemiringan tanah itu tidak sama.

Kemiringan (*slope*) memerlukan *runway* yang lebih panjang untuk setiap kemiringan 1%, maka panjang *runway* harus ditambah dengan 10%. Faktor koreksi kemiringan *runway* dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$F_g = 1 + 0.1 \times G \dots \dots \dots (4)$$

dengan:

F<sub>g</sub> = faktor koreksi untuk kemiringan *runway*

G = gradien efektif *runway* (%)

#### 2.2.1.4. Tekanan Angin Landasan Pacu

Pada saat melakukan pendaratan dan lepas landas, pesawat dapat melakukan manuver sejauh komponen angin samping (*cross wind*) tidak berlebihan, dimana *cross wind* didefinisikan sebagai komponen angin yang bertiup dipermukaan landasan yang membentuk sudut terhadap garis tengah landasan pacu. Sedang menurut persyaratan ICAO agar pesawat dapat mendarat atau lepas landas pada sebuah lapangan terbang dengan 95 % dari waktu komponen *cross wind* maka, pesawat harus tidak melebihi ketentuan sesuai dengan (*Annex 14*), sebagai berikut:

- 37 km/jam (20 knots) dengan *Aeroplane Reference Field Length (ARFL)* 1500 m atau lebih.

- 24 km/jam (13 knots) dengan *Aeroplane Reference Field Length* (ARFL) antara 1200 m – 1499 m.
- 19 km/jam (10 knots) dengan *Aeroplane Reference Field Length* (ARFL) kurang dari 1200 m.

### 2.2.1.5. *Aeroplane Reference Field Length* (ARFL)

Dalam semua perhitungan panjang landas pacu, dipakai suatu standar yang disebut *Aeroplane Reference Field Length* (ARFL). Menurut *International Civil Aviation Organisation* (ICAO), ARFL adalah landas pacu minimum yang dibutuhkan untuk lepas landas, pada *maximum certified take off weight*, elevasi muka laut, kondisi standar atmosfer, keadaan tanpa ada angin bertiup, landas pacu tanpa kemiringan (kemiringan = 0). Setiap pesawat mempunyai ARFL lain-lain dikeluarkan oleh pabrik pembuatnya. Bila suatu landasan akan direncanakan sesuai dengan kemampuan pesawat yang akan mendarat, maka harus dikonversikan terlebih dahulu terhadap ARFL. Berikut cara mencari panjang landasan menggunakan ARFL (*Horonjeff, 1993*) :

$$ARFL = \frac{PL}{Fe \times Ft \times Fg} \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan :

- ARFL = *Aeroplane Reference Field Length*
- PL = Panjang landas pacu
- Fe = Faktor koreksi untuk elevasi
- Ft = Faktor koreksi terhadap temperatur
- Fg = Faktor koreksi terhadap kemiringan

### 2.2.1.6. Kode Referensi Bandar Udara

FAA telah memberikan klasifikasi bandar udara berdasarkan performa dan dimensinya dalam bentuk kode referensi. Tujuan pemberian kode referensi ini adalah untuk menyediakan metode yang sederhana untuk menerjemahkan sebagai peraturan karakteristik bandar udara dalam perencanaan fasilitas sisi udara,

sehingga fasilitas yang tersedia mampu melayani pesawat yang menggunakan fasilitas tersebut.

Kode referensi terbagi menjadi dua macam atau elemen. Yaitu elemen 1 yang berupa angka, berdasar pada panjang lintasan acuan pesawat. Dan elemen 2 yang berupa huruf, berdasar pada bentang sayap dan jarak roda utama terluar pesawat kritis. Kriteria pesawat kritis telah dijelaskan sebelumnya (*Horonjeff, 1993*).

Penentuan kode referensi Bandar Udara harus mengacu pada Tabel 2.1 di bawah:

Tabel 2.1 Kode Referensi Bandara

Kode Referensi Aerodrome				
Kode elemen 1		Kode elemen 2		
Kode Referensi	Panjang Landas Pacu untuk digunakan	Kode Huruf	Lebar Sayap	Lebar jarak antara roda-roda utama terluar
1	Kurang dari 800 m	A	Sampai dan kurang dari 15 m	Sampai dan kurang dari 4.5 m
2	800 m dan kurang dari 1.200 m	B	Sampai 15 m dan kurang dari 24 m	Sampai 4.5 m dan kurang dari 6 m
3	1.200 m dan kurang dari 1.800 m	C	24 m dan kurang dari 36 m	6 m dan kurang dari 9 m
		D	36 m dan kurang dari 52 m	9 m dan kurang dari 14 m

Sumber : MOS Aerodrome Bagian 139. (2015)

#### 2.2.1.7. Lebar Runway

Sesuai dengan kode referensi Bandar Udara, FAA mensyaratkan parameter-parameter lebar runway seperti di bawah:

Tabel 2.2 Lebar Runway

<b>Kode Huruf</b>	<b>Kode Angka</b>					
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>
<b>A</b>	<b>18 m</b>	<b>23 m</b>	<b>30 m</b>	<b>45 m</b>	-	-
<b>B</b>	<b>18 m</b>	<b>23 m</b>	<b>30 m</b>	<b>45 m</b>	-	-
<b>C</b>	<b>30 m</b>	<b>30 m</b>	<b>30 m</b>	<b>45 m</b>	<b>45 m</b>	<b>60 m</b>
<b>D</b>	<b>30 m</b>	<b>30 m</b>	<b>30 m</b>	<b>45 m</b>	<b>45 m</b>	<b>45 m</b>

Sumber : AC 150/5300-13, MOS Aerodrome 139.2015

#### 2.2.1.8. Bahu Runway

Bahu runway untuk Grup Desain I hingga IV tidak membutuhkan bahu yang diperkuat sedangkan Grup Desain V dan VI memerlukan bahu dengan lapisan permukaan dengan perkerasan.

Sesuai dengan kode referensi Bandar Udara, FAA mensyaratkan bahu runway seperti berikut:

Tabel 2.3 Bahu Runway

<b>Kode Huruf</b>	<b>Kode Angka</b>					
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>
<b>A</b>	<b>3 m</b>	<b>3 m</b>	<b>6 m</b>	<b>7,5 m</b>	-	-
<b>B</b>	<b>3 m</b>	<b>3 m</b>	<b>6 m</b>	<b>7,5 m</b>	-	-
<b>C</b>	<b>3 m</b>	<b>3 m</b>	<b>6 m</b>	<b>7,5 m</b>	<b>10,5 m</b>	<b>12 m</b>
<b>D</b>	<b>3 m</b>	<b>3 m</b>	<b>6 m</b>	<b>7,5 m</b>	<b>10,5 m</b>	<b>12 m</b>



Sumber : AC 150/5300-13, MOS Aerodrome 139.2015

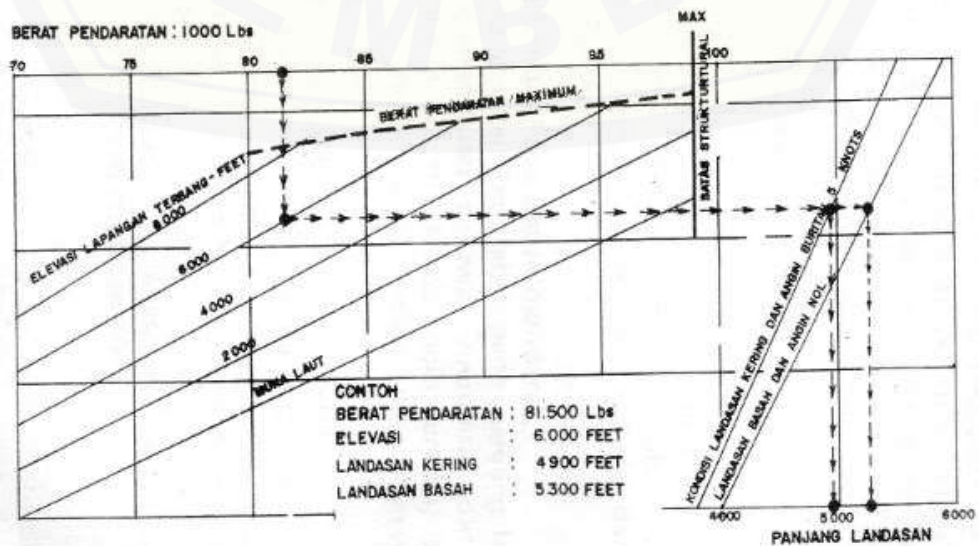
### 2.2.1.9. Panjang Landas Pacu untuk Pendaratan

Data yang digunakan untuk menghitung panjang pendaratan adalah berat maksimum pesawat saat pendaratan, elevasi ketinggian bandar udara, dan temperatur rata-rata bandar udara. Seperti pada Gambar 2.1.

Grafik 1-10C



DOUGLAS DC9 SERI 30  
MESIN PRAIT & WHITNEY JT 8D-I



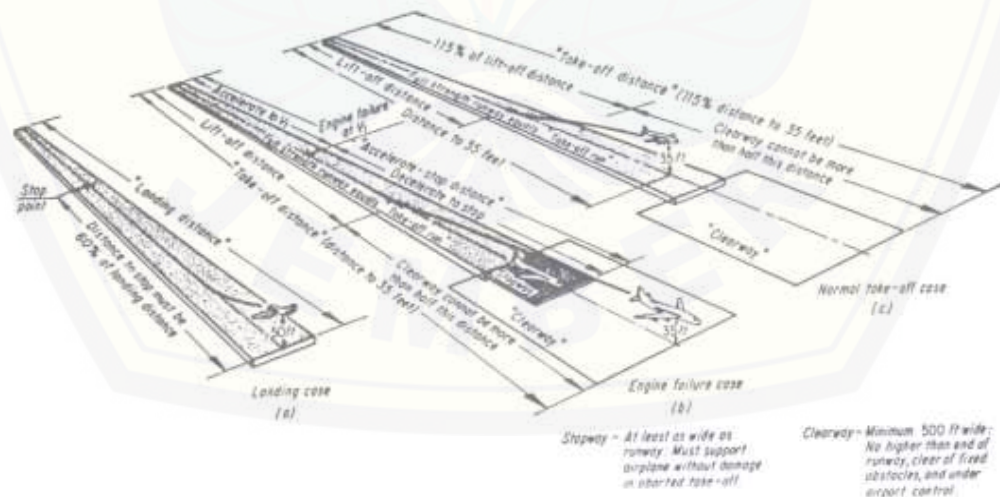
KURVE KEMAMPUAN PESAWAT, PENDARATAN  
DOUGLAS DC9, SERI 30

Sumber : Horonjeff, 1993

Gambar 2.1 Kurva Kemampuan Pesawat Lepas Landas

#### 2.2.1.10. Jarak Pendaratan (*Landing Distance*)

Jarak pendaratan (*landing distance*) yang diperlukan oleh suatu pesawat harus cukup jauh, sehingga pesawat dapat berhenti sejauh 60% dari *landing distance*, dengan ketinggian pendaratan dilakukan oleh pilot pada 50 ft (15 m) di atas *threshold* (ujung landasan) seperti dijelaskan pada Gambar 2.2 dan Gambar 2.3. Pada kondisi tertentu, apabila ketinggian pesawat di atas *threshold* 50 m maka disebut sebagai *overshoot*, sedangkan jika ketinggian di bawah 50 m, disebut sebagai *poor approach* (Horonjeff, 1993).



Sumber : Horonjeff, 1993

Gambar 2.2 Jarak Pendaratan





Sumber : Horonjeff, 1993

Gambar 2.3 Sketsa Kondisi Pendaratan Normal

#### 2.2.1.11. Kelas Pesawat

Dalam perhitungan kapasitas *runway*, perlu diperhatikan klasifikasi komponen pesawat pengguna fasilitas *runway* di Bandar Udara tersebut. Untuk itu telah ada penggolongan pesawat berdasarkan performa mesin-nya dalam kaitannya dengan perhitungan kapasitas *runway*.

Tabel 2.4 Jenis Pesawat Terbang

Kelas	Jenis Pesawat Terbang
A	Cessna 177, DHC-6, Dassault 941, DHC-8, Dash 8-300, Lockheed 1649
B	Beech 100, Beech 200, Mitsubishi 300, Cessna III, Bae 146, DC-7
C	Rockwell 980, Gates 55, Gruman III, B-737, B747-SP, B757, Airbus A-300-B4
D	Gates 36A, Gruman IV, BAC III 500, B707-200, B747-400, B777, BAC
E	Lockheed SR-71, Blackbird, Tupolen, TU-144

Sumber : AC 150/5300-13

#### 2.2.2. Apron

*Apron* didefinisikan area pada lapangan terbang yang digunakan untuk akomodasi pesawat dalam menurunkan dan menaikkan penumpang, dokumen ataupun barang, mengisi bahan bakar, parkir dan perawatan.

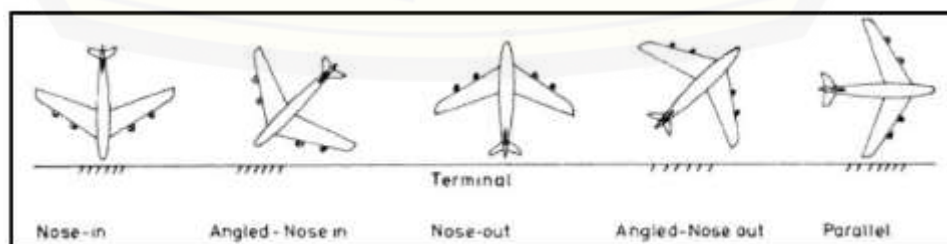
Besarnya *apron* yang direncanakan sangat bergantung dari volume dan lalu lintas udara yang direncanakan. Selain itu dari pola parkir pesawat juga sangat mempengaruhi dimensi apron yang diperlukan. (Horonjeff, 1993 dalam Rahmawati, 2009)

#### 2.2.2.1. Tipe Parkir Pesawat

Menurut Basuki (1985), tipe parkir pesawat berarti berbagai cara pesawat diposisikan terhadap terminal dan bagaimana pesawat melakukan manuver ke posisinya. Ini berpengaruh terhadap area apron yang dibutuhkan. Pesawat dapat parkir menggunakan tenaga sendiri atau menggunakan alat bantu (*towing equipment*). Ada beberapa jenis tipe parkir pesawat:

1. *Nose-in Parking*. Pesawat diparkir tegak lurus garis bangunan terminal. Pesawat bermanuver masuk dengan tenaga sendiri, tapi harus dibantu untuk keluar dari area apron-gate.
2. *Angle Nose-in*. Serupa dengan butir 1 tapi sudutnya tidak tegak lurus. Sehingga pesawat bisa bermanuver keluar masuk dengan tenaga sendiri.
3. *Angle Nose-out*. Pesawat diparkir dengan hidung membelakangi bangunan terminal. Sama dengan angle nose-in pesawat dapat bermanuver keluar-masuk dengan tenaga sendiri.
4. *Parkir Paralel*. Pesawat ditempatkan sejajar garis bangunan terminal.

Gambaran umum tipe parkir pesawat dapat dilihat di bawah ini :



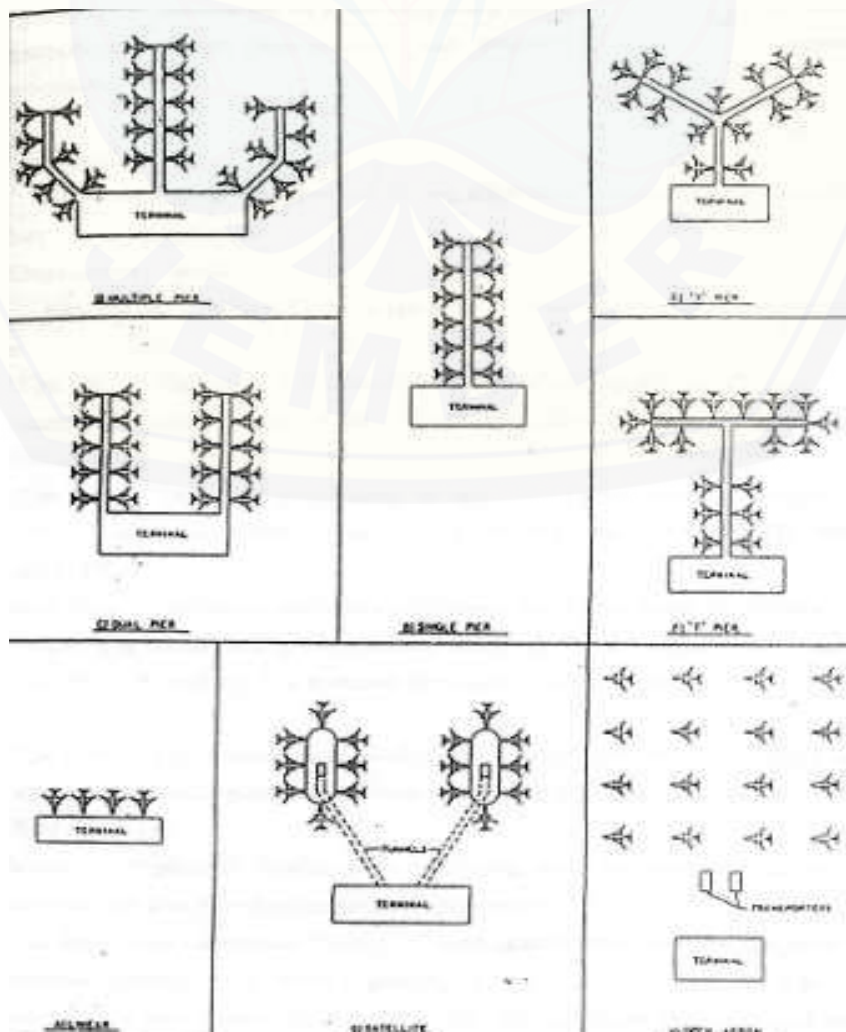
Sumber : Basuki, 1985

Gambar 2.5 Tipe parkir pesawat

2.2.2.2. Tata Letak Apron

Faktor lain yang mempengaruhi ukuran *apron* adalah tata letaknya. Yaitu bagaimana pengaturan *apron* disekitar bangunan terminal. Macamnya dapat digolongkan menjadi, *Horonjeff (1993)* :

1. Sistem *Frontal/Linier*. Disini pesawat diparkir tepat disebelah garis bangunan terminal.
2. Sistem *Open-Apron*. Pesawat diparkir bebas di daerah apron namu tidak dekat dengan garis bangunan terminal.
3. Sistem Jari (*Pier*). Biasanya digunakan pada bandara yang dilengkapi fasilitas ‘belalai’ untuk transfer penumpang. Dimana tersedia bangunan menjorok dari bangunan utama terminal kearah *apron*. Ada lima jenis konsep desain *apron* dengan sistem jari ini seperti terlihat dalam gambar.
4. Sistem Satelit. Sebagaimana namanya, sistem ini menempatkan bangunan terminal kecil di sekitar bangunan utama yang disebut satelit. Pesawat diparkir di sekitar satelit.



Sumber : Horonjeff, 1993

Gambar 2.6 Tata Letak Apron

#### 2.2.2.4. Luas Apron

Untuk menentukan luas area *apron* yang dibutuhkan tergantung pada faktor-faktor berikut:

a. Jarak Pemisah pada *Apron*

*Aircraft parking position taxilane* harus dipisahkan dari sebarang objek dengan jarak tidak kurang dari yang ditentukan sesuai dengan Tabel 2.5.

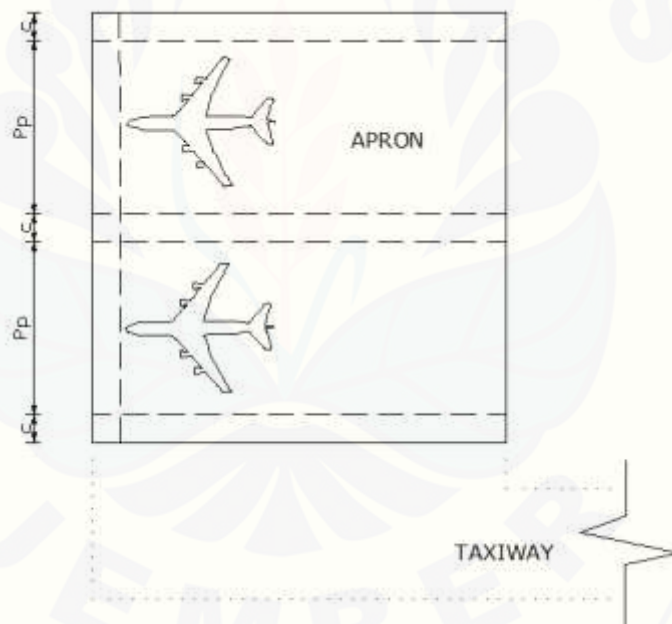
Tabel 2.5 *Aircraft parking position* – Jarak pemisah minimum

Code Letter untuk pesawat udara	Dari garis tengah aircraft parking position taxilane ke objek	Dari garis tengah apron ke Objek	Dari ujung sayap pesawat udara pada aircraft parking
<b>A</b>	<b>12,0 m</b>	<b>16,25 m</b>	<b>3,0 m</b>
<b>B</b>	<b>16,5 m</b>	<b>21,5 m</b>	<b>3,0 m</b>
<b>C</b>	<b>24,5 m</b>	<b>26,0 m</b>	<b>4,5 m</b>
<b>D</b>	<b>36,0 m</b>	<b>40,5 m</b>	<b>7,5 m</b>
<b>E</b>	<b>42,5 m</b>	<b>47,5 m</b>	<b>7,5 m*</b>
<b>F</b>	<b>50,5 m</b>	<b>57,5 m</b>	<b>7,5 m*</b>

**\* Jarak pemisah minimum adalah 10 meter jika menggunakan parkir bebas (free moving)**

Sumber : MOS Aerodrome Bagian 139. (2015)

b. Panjang dan Lebar *Apron*



Sumber : Imam, 2014

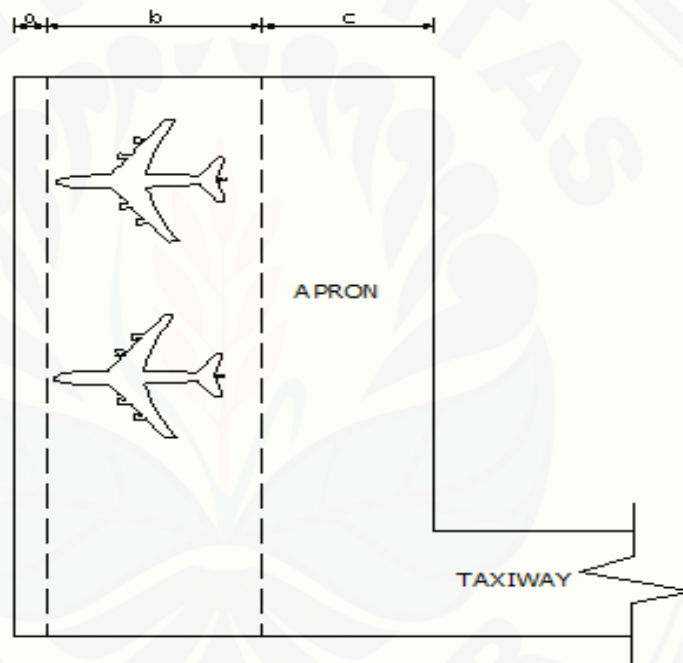
Gambar 2.7 Perhitungan panjang *apron*

Keterangan :

Pp : Bentang sayap

c : Jarak dari ujung sayap pesawat terbang pada posisi parkir pesawat terbang (aircraft parking position) ke objek.

Panjang *apron* :  $P_p + c$



Sumber : Imam, 2014

Gambar 2.8 Perhitungan lebar *apron*

Keterangan :

- a : Merupakan *clearance* antara hidung pesawat terbang dengan tepi pesawat terbang
- b : Panjang pesawat rencana
- c : Jarak garis tengah *aircraft parking position taxilane* ke objek



$$\text{Lebar apron} = a + b + c + d$$

## 2.2.3 Taxiway

*Taxiway* didefinisikan sebagai jalur di area lapangan terbang yang digunakan untuk keluar dan masuk pesawat dari landasan pacu, selain itu menghubungkan antar landasan pacu satu dengan lainnya. Fungsi utama *taxiway* adalah memberikan akses kepada pesawat yang berada di landasan pacu ke terminal area dan hanggar servis (Horonjeff, 1993 dalam Rahmawati, 2009).

Fungsi dari *runway* dan juga *taxiway* yang berhubungan adalah:

1. Menyediakan ruang pemisah yang cukup dalam pola lalu lintas udara.
2. Meminimalkan gangguan dan atau tundaan dalam pendaratan, manuver di darat (*taxing*) ataupun lepas landas.
3. Membuat rute terpendek antara area terminal dan ujung *runway*.
4. Menyediakan *taxiway* yang cukup sehingga pesawat yang baru mendarat dapat meninggalkan landasan secepat mungkin dan sedekat mungkin dengan terminal.

Fungsi utama *taxiway* adalah sebagai akses dari *runway* ke area terminal dan hanggar. Pengaturan *taxiway* harus sedemikian rupa sehingga pesawat yang baru mendarat tidak menghalangi pesawat lainnya. Prinsip yang digunakan adalah *taxiway* jangan sampai memotong *runway* yang sedang dioperasikan.

### 2.2.3.1 Lebar Taxiway

Lebar suatu bagian lurus *taxiway* tidak boleh kurang dari lebar yang ditentukan. Seperti Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Lebar minimum untuk bagian lurus (*straight section*) *taxiway*

Code Letter	Lebar Taxiway Minimum (Bagian Lurus)
<b>A</b>	<b>7.5 m</b>
<b>B</b>	<b>10.5 m</b>
<b>C</b>	<b>18 m <sup>a</sup></b>
<b>D</b>	<b>23 m <sup>b</sup></b>
<b>E</b>	<b>23 m</b>
<b>F</b>	<b>25 m</b>

**a) Jika taxiway hanya untuk melayani pesawat udara dengan jarak antar roda (wheelbase) kurang dari 18 m, lebarnya dapat dikurangi menjadi 15 m.**

**b) Jika taxiway hanya ditujukan untuk melayani pesawat udara dengan bentangan roda utama terluar kurang dari 9 m, lebarnya dapat dikurangi menjadi 18 m.**

Sumber : MOS Aerodrome Bagian 139. (2015)

### 2.2.3.2 Jarak Bebas Tepi Taxiway (*Taxiway Edge Clearance*)

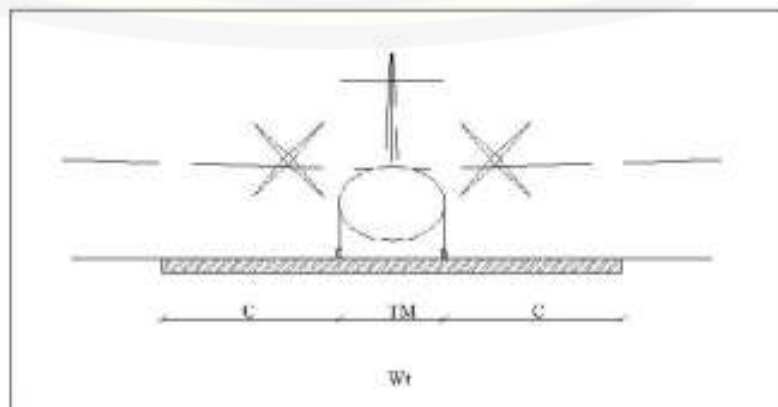
Menurut Horonjeff (1993) dalam Rahmawati (2009), lebar dari sebarang bagian suatu *taxiway* harus sedemikian rupa sehingga, dengan roda depan pesawat terbang masih tetap dalam *taxiway*, jarak bebas antara sumbu roda utama terluar (*outer main gear wheels*) dan tepian *taxiway*, di sebarang titik, tidak boleh kurang dari jarak yang ditetapkan pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Jarak bebas minimum (*minimum clearance*) antara roda sumbu utama terluar (*outer main gear wheels*) suatu pesawat terbang dan tepi *taxiway*

Code Letter	Clearance minimum
A	15 m
B	225 m
C	45 m *
D, E, or F	45 m

\* Jika turn pad atau kurva hanya untuk melayani pesawat udara dengan wheelbase yang kurang dari 18 m, maka minimum clearance sebesar 3,0 m.

Sumber : MOS Aerodrome Bagian 139. (2015)



Sumber : ICAO

Gambar 2.9 Geometrik Lebar *Taxiway*

Dengan rumus :

$$W_t = TM + 2C \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan :

- $W_t$  = Lebar *taxiway*
- $TM$  = Jarak antar roda
- $C$  = Kebebasan samping roda

### 2.3. Proyeksi Peramalan Jumlah Penumpang

Suatu perencanaan Bandar Udara harus dikembangkan berdasarkan peramalan (*forecast*). Peramalan adalah kegiatan memperkirakan apa yang terjadi pada masa yang akan datang dengan mendasarkan pada variabel-variabel tertentu.

Dengan peramalan permintaan, dapat ditetapkan evaluasi keefektifan berbagai fasilitas Bandar Udara. Pada umumnya peramalan dibutuhkan untuk jangka pendek (5 tahun), menengah (10 tahun), dan panjang (20 tahun). Makin panjang jangka peramalan, makin berkurang ketepatannya dan harus dilihat sebagai suatu pendekatan saja. Untuk perencanaan jumlah penumpang diperlukan peramalan tahunan dan rata-rata.

Menurut *Horonjeff (1993)*, teknik ramalan yang paling sederhana adalah meramal kecenderungan volume lalu lintas di masa depan, dan ramalan yang lebih kompleks/ rumit adalah meramal yang berhubungan dengan permintaan (*Demand*) dengan mengindahkan faktor-faktor sosial, ekonomi, teknologi, selera yang mempengaruhi transportasi udara.

Dalam peramalan penumpang Bandar Udara Notohadinegoro jember untuk jangka menengah (10 tahun) digunakan metode geometrik guna menghitung proyeksi kedatangan dan keberangkatan pesawat. Proyeksi penumpang dengan

metode geometrik menggunakan asumsi bahwa jumlah penumpang akan bertambah secara geometrik dengan adanya pertumbuhan variabel lain yang mendukung terjadinya laju pertumbuhan. Dalam hal ini, variabel yang digunakan untuk menghitung laju pertumbuhan adalah Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Kabupaten Jember. PDRB Jember dianggap mampu mewakili faktor-faktor (sosial, ekonomi, teknologi, dan selera transportasi) yang diperlukan untuk melakukan peramalan.

Formula yang digunakan pada metode geometrik adalah :

$$P_n = P_0 (1 + r)^n$$

Nilai kedatangan dan keberangkatan dapat diperoleh dari rumus diatas, dimana :

$P_n$  = tahun ke -

$P_0$  = jumlah kedatangan/keberangkatan pada tahun 2014

$r$  = persentase rata-rata

$n$  = tahun 2026 - 2014

## 2.4. Perencanaan Perkerasan Struktural

Menurut *Horonjeff (1993)*, perkerasan atau struktur perkerasan adalah struktur yang terdiri dari satu lapisan atau lebih dari bahan-bahan yang diproses. Perkerasan dapat juga didefinisikan sebagai struktur yang terdiri dari beberapa lapisan dengan perkerasan dan daya dukung yang berlainan.

Perkerasan berfungsi sebagai tumpuan rata-rata pesawat, permukaan yang rata menghasilkan permukaan yang nyaman dan aman pada segala cuaca, serta tebal dari setiap lapisan harus cukup untuk menjamin bahwa beban yang bekerja tidak menimbulkan kerusakan terhadap lapisan perkerasan atas maupun pondasi.

Perkerasan terdiri dari 2 macam yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*). Perkerasan lentur terdiri dari campuran antara agregat bermutu tinggi dengan aspal sebagai bahan pengikat yang digelar di atas suatu permukaan tanah. Perkerasan kaku adalah perkerasan yang dibuat dari slab-slab beton.

2.4.1. Perencanaan Perkerasan Metode FAA

Metode FAA merupakan metode perencanaan perkerasan yang dikembangkan oleh FAA. Pada dasarnya, analisa statistik perbandingan-perbandingan kondisi lokal dari tanah, sistem drainase, cara pembebanan untuk berbagai tingkah laku beban. Perencanaan perkerasan menurut FAA berdasarkan pada metode CBR untuk perencanaan perkerasan lentur dan analisa tegangan tanah untuk perkerasan kaku (FAA AC 150/5320-6D, 1995:23).

Prosedur pemilihan ketebalan perkerasan yaitu (FAA AC 150/5320-6D, 1995:23):

- a. Menentukan ketebalan perkerasan untuk lapangan terbang yang melayani pesawat dengan berat kotor diatas 30.000 lbs.
- b. Menentukan ketebalan perkerasan untuk lapangan terbang yang melayani pesawat dengan berat kotor dibawah 30.000 lbs.

Didalam rancangan lalu lintas pesawat, perkerasan harus melayani beragam macam pesawat yang mempunyai tipe roda pendaratan yang berbeda dan berlainan beratnya. Pengaruh dari semua model harus dikonversikan ke dalam pesawat rencana dengan *equivalent annual departure* dari berbagai macam pesawat tersebut.

Rumus konversinya (FAA AC 150/5320-6D, 1995:25):

$$\text{Log}R1 = (\text{log}R2)\left(\frac{w2}{w1}\right)^{1/2} \dots\dots\dots(7)$$

- dimana: R1 = *Equivalent Annual Departure* pesawat rencana
- R2 = *Annual Departure* pesawat campuran dinyatakan dalam roda pendaratan pesawat rencana
- W1 = Beban roda dari pesawat rencana
- W2 = Beban roda dari pesawat yang dinyatakan

Tipe roda pendaratan berlainan untuk tiap-tiap jenis pesawat, maka perlu dikonversikan pula. Faktor konversi pesawat dapat ditunjukkan pada tabel di bawah ini.



Tabel 2.8 Faktor Konversi Roda Pesawat

<b>Konversi dari</b>	<b>ke</b>	<b>Faktor pengali</b>
<b>Single Wheel</b>	<b>Dual Wheel</b>	<b>0,80</b>
<b>Single Wheel</b>	<b>Dual Tandem</b>	<b>0,50</b>
<b>Dual Wheel</b>	<b>Dual Tandem</b>	<b>0,60</b>
<b>Double Dual Wheel</b>	<b>Dual Tandem</b>	<b>1,00</b>
<b>Dual Tandem</b>	<b>Single Wheel</b>	<b>2,00</b>
<b>Dual Tandem</b>	<b>Dual Wheel</b>	<b>1,70</b>
<b>Dual Wheel</b>	<b>Single Wheel</b>	<b>1,30</b>

Sumber : FAA AC 150/5320-6D

Tipe roda pendaratan menentukan bagaimana berat pesawat dibagi bebannya kepada roda-roda dan diteruskan ke perkerasan, selanjutnya menentukan berapa tebal perkerasan yang mampu melayani berat seluruh pesawat tersebut. Untuk mengetahui tipe roda pendaratan suatu pesawat, dapat dilihat dari Tabel 2.9.

Tabel 2.9 Tipe Roda Pesawat

<b>Design Aircraft</b>	<b>Design Load Range</b>	
	<b>lbs</b>	<b>Kg</b>
<b>Single Wheel</b>	<b>30.000-50.000</b>	<b>13.600 - 22.700</b>
	<b>50.000 - 75.000</b>	<b>22.700 - 34.000</b>
<b>Dual Wheel</b>	<b>50.000 - 100.000</b>	<b>22.700 - 45.000</b>
	<b>100.000 - 200.000</b>	<b>45.000 - 90.700</b>
<b>Dual Tandem</b>	<b>100.000 - 250.000</b>	<b>90.700 - 113.400</b>

Sumber : FAA AC 150/5320-6D

#### 2.4.2 Perkerasan Lentur Lapangan Terbang

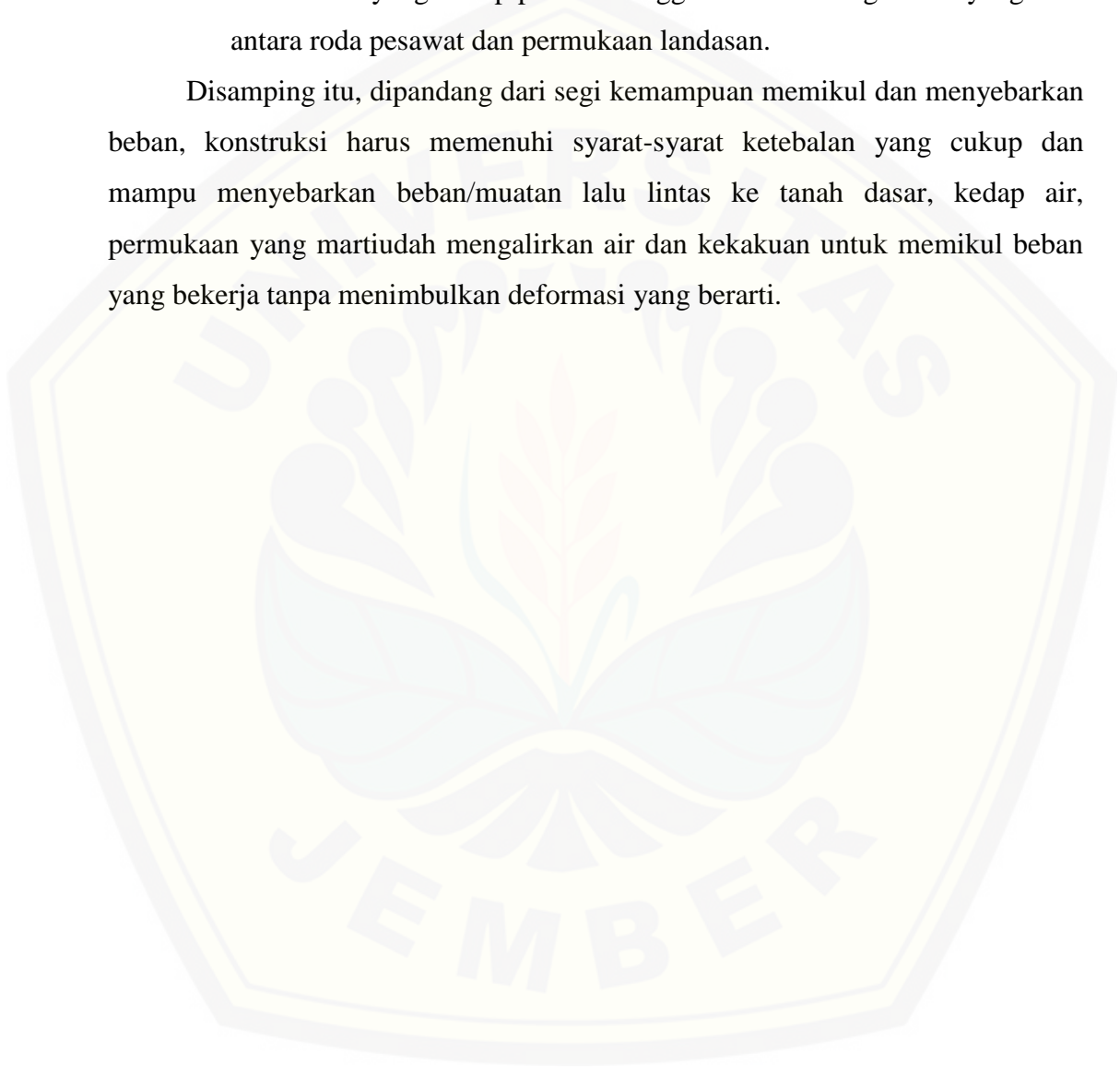
Perkerasan lentur (*flexible pavement*) dalam perencanaan adalah perkerasan yang umumnya menggunakan bahan campuran aspal dengan agregat, yang digelar di atas suatu permukaan material granular mutu tinggi (*Horonjeff, 1993 dalam Rahmawati, 2009*).

Konstruksi lapisan keras lentur haruslah memenuhi syarat-syarat tertentu agar dapat memberikan rasa aman dan nyaman bagi pesawat yang melintas di atasnya. Syarat-syarat tersebut antara lain:



- Permukaan yang rata dan tidak bergelombang
- Permukaan yang cukup kaku sehingga tidak mengalami perubahan akibat beban yang bekerja di atasnya
- Permukaan yang cukup pesak sehingga memberikan gesekan yang baik antara roda pesawat dan permukaan landasan.

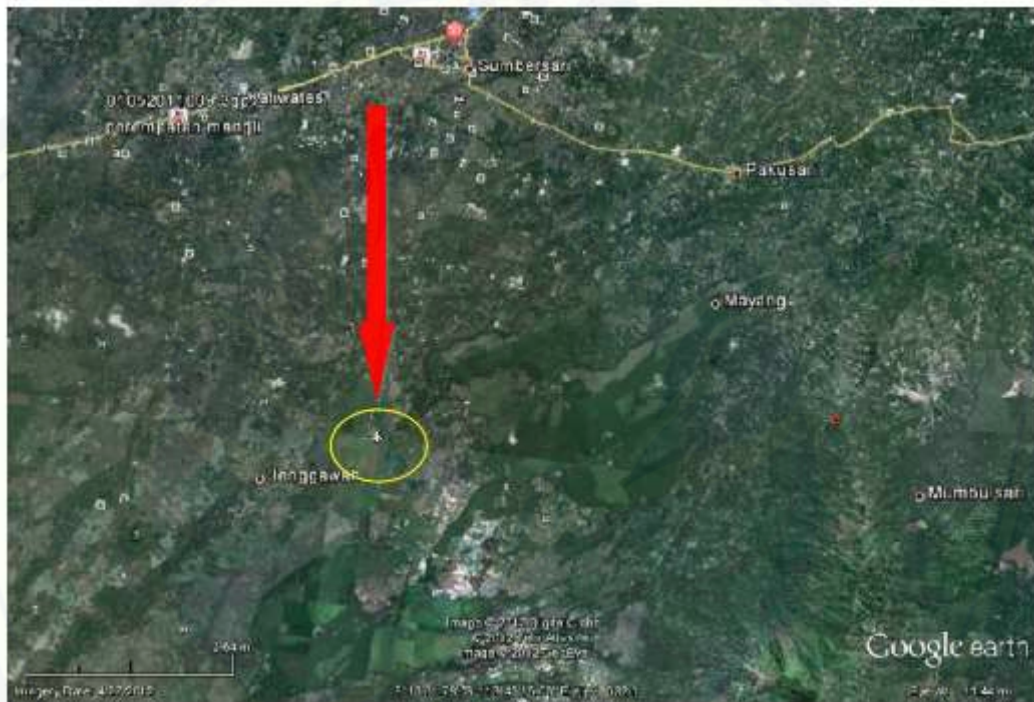
Disamping itu, dipandang dari segi kemampuan memikul dan menyebarkan beban, konstruksi harus memenuhi syarat-syarat ketebalan yang cukup dan mampu menyebarkan beban/muatan lalu lintas ke tanah dasar, kedap air, permukaan yang martiudah mengalirkan air dan kekakuan untuk memikul beban yang bekerja tanpa menimbulkan deformasi yang berarti.



### BAB 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Bandar Udara Notohadinegoro yang terletak di Desa Wirowongso, Kecamatan Ajung Kabupaten Jember, Jawa Timur, Indonesia. Penelitian dimulai dari bulan Maret sampai bulan Mei 2016.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Bandar Udara Notohadinegoro

#### 3.2. Tahap Penelitian

Penelitian tersebut akan dilaksanakan dengan tahapan sebagai berikut:

a. Tahap persiapan penelitian

Persiapan penelitian meliputi penjabaran maksud dan tujuan penelitian, persiapan metodologi penelitian, *check list* kebutuhan pelaksanaan penelitian, kajian awal hasil studi kepustakaan dan perencanaan terkait.

b. Tahap pengumpulan data

1. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari sumber-sumber lain seperti buku referensi, studi pustaka, serta data-data yang diperoleh dari instansi terkait. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

- Lay out Bandar Udara.
- Data teknis Bandar Udara.
- Data perencanaan pengembangan Bandar Udara.

c. Metode pengumpulan data

Metode pengumpulan data yang dipergunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Pengumpulan data sekunder yang didapat dari dinas perhubungan Kab. Jember. Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- Data *lay out* bandar udara Notohadinegoro Kab. Jember.
- Data teknis Bandar Udara Notohadinegoro Kab. Jember.
- Data perencanaan pengembangan Bandar Udara Notohadinegoro Kab. Jember.

### **1.3. Tahap Pengolahan Data**

#### **3.3.1 Peramalan Penumpang**

Untuk mendapatkan ramalan volume penumpang untuk kedatangan dan keberangkatan di Bandar Udara Notohadinegoro di tahun target 2026, diperlukan data variabel bebas dan variabel terikat yang kemudian dihitung dengan menggunakan rumus geometri. Dalam hal ini, variabel bebas yang digunakan adalah harga Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Jember sedangkan variabel terikatnya adalah jumlah kedatangan dan keberangkatan penumpang Bandar Udara Notohadinegoro sejak beroperasi yaitu tahun 2014-2015.

#### **3.3.2. Perhitungan Proyeksi Penumpang**

Proyeksi kedatangan dan keberangkatan penumpang Bandar Udara Notohadinegoro dapat dihitung menggunakan metode geometrik, dengan tahap-tahap sebagai berikut :

1. Tahap proyeksi jumlah PDRB Jember untuk 10 tahun kedepan.

Data yang digunakan untuk memproyeksi adalah data PDRB Jember 10 tahun kebelakang yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Jember. Dari perhitungan ini diperoleh nilai rata-rata pertumbuhan PDRB Kab. Jember dari tahun 2004-2013, dan persentase rata-rata pertumbuhan PDRB Kab. Jember per tahun.

2. Tahap proyeksi peramalan penumpang tahun 2016-2026.

Data yang digunakan adalah jumlah kedatangan dan keberangkatan penumpang Bandar Udara Notohadinegoro selama beroperasi, yaitu tahun 2014-2015. Pada tahap ini, jumlah kedatangan dan keberangkatan penumpang pada tahun 2014-2015 dikalikan dengan persentase pertumbuhan PDRB sehingga dapat dicari jumlah kedatangan/ keberangkatan penumpang pada tahun rencana (2026).

### 3.3.3 Perhitungan Fasilitas Sisi Udara

Fasilitas sisi udara yang akan direncanakan meliputi *runway*, *taxiway* dan *apron terminal*. Dari semua fasilitas tersebut, urutan perencanaannya adalah:

- I. *Runway*
- II. *Taxiway*
- III. *Apron terminal*

#### 3.3.3.1 Perencanaan *Runway*

Elemen-elemen yang dihitung dalam mendimensi *runway* adalah:

1. Panjang *runway*
2. Lebar *runway*
3. Bahu *runway*

Prosedur perhitungan masing-masing poin di atas:

1. Panjang *runway*

- a. Menentukan kode referensi Bandar Udara berdasarkan panjang lintasan dasar dan bentang sayap dari pesawat kritis.
  - b. Menentukan lintasan kritis, yaitu jarak terjauh yang ditempuh oleh pesawat.
  - c. Menghitung parameter bandara yang diperlukan, yaitu:
    - Temperatur
    - Elevasi
    - Kemiringan
  - d. Dari karakteristik pesawat ditentukan:
    - Berat lepas-landas maksimum pesawat
    - Berat pendaratan maksimum pesawat
    - Berat kosong pesawat
    - Berat beban struktural maksimum
  - e. Menghitung panjang dasar *runway* dengan acuan pesawat kritis dengan menggunakan tabel.
  - f. Menghitung panjang *runway* sebenarnya yang sudah terkoreksi terhadap:
    - Temperatur Bandar Udara
    - Elevasi Bandar Udara
    - Kemiringan *runway*
2. Lebar *runway*  
Menentukan lebar *runway* berdasar pada kode referensi Bandar Udara.
  3. Bahu *runway*
    - a. Menentukan perlu tidaknya bahu *runway* berdasar kode referensi Bandar Udara dan lebar *runway*
    - b. Menentukan lebar bahu *runway*
  4. Lebar *taxiway*  
Tahap-tahap perencanaannya adalah:
    - a. Menentukan lebar minimum berdasar kode huruf Bandar Udara
    - b. Menentukan pelebaran *taxiway* terhadap lebar roda pesawat

## 3.3.3.2 Perencanaan *Apron*



Prosedur perencanaan *apron*:

1. Penentuan sistem parkir pesawat  
Dengan mempertimbangkan luas lahan, luas terminal dan frekuensi operasi pada jam puncak.
2. Penentuan konfigurasi parkir pesawat  
Dengan mempertimbangkan luas lahan, luas terminal, frekuensi operasi pada jam puncak serta komposisi pesawat yang beroperasi.
3. Perhitungan luas *apron*  
Berdasar pada jumlah pintu yang telah dihitung dan persyaratan ruang bebas, maka dapat direncanakan luas *apron* yang diperlukan.

#### **3.4. Metode Perencanaan Perkerasan Sisi Udara**

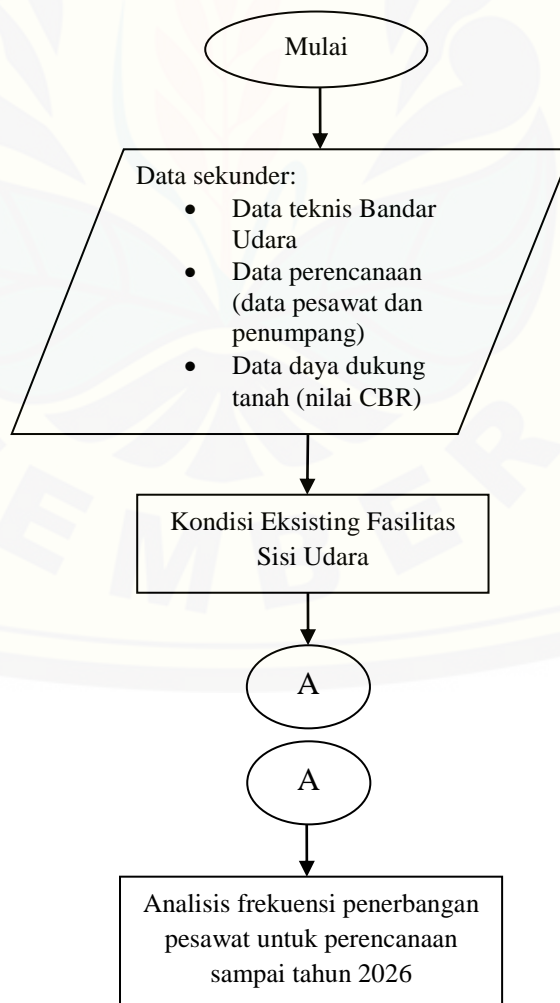
Dalam perencanaan tebal perkerasan, dipakai metode FAA dimana konsep dasar dari metode ini adalah:

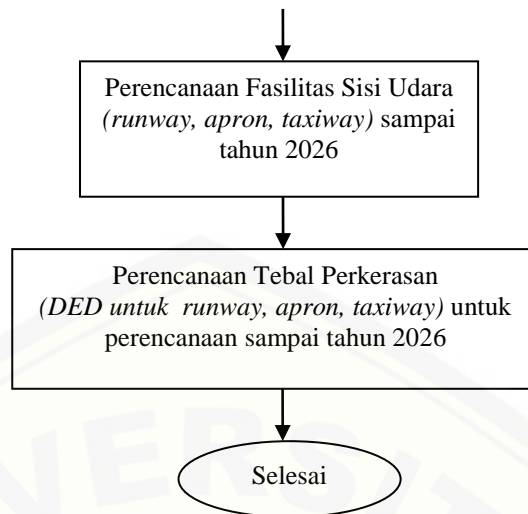
- a. Prosedur perhitungan menggunakan 2 prosedur yaitu perencanaan untuk landasan yang melayani pesawat dengan  $MTOW > 3000$  lbs (pesawat besar) dan perencanaan untuk pesawat dengan  $MTOW < 3000$  lbs (pesawat kecil). Beban roda dihitung dengan menganggap 95% ditumpu oleh roda pendaratan utama pesawat rencana.
- b. Tebal perkerasan untuk tiap permukaan berbeda sebagai berikut:
  - Tebal penuh (T) diperlukan di area kritis yaitu tempat yang akan digunakan pesawat yang akan melakukan lepas landas, seperti *apron* daerah tunggu (*holding area*) dan bagian tengah *taxiway* dan *runway*.
  - Tebal perkerasan 0.9 T diperlukan di tempat yang akan digunakan oleh pesawat yang mendarat, seperti belokan landas pacu kecepatan tinggi.
  - Tebal perkerasan 0.7 T diperlukan di area transisi yaitu tempat yang jarang dilalui pesawat, seperti tepi-tepi luar landas pacu dan landas hubung.



- c. Tebal perkerasan direncanakan berdasarkan pesawat rencana dimana pesawat rencana tidaklah harus terberat tetapi pesawat yang membutuhkan tebal perkerasan yang paling besar.
- d. Umur rencana perkerasan ditentukan 10 tahun, bebas dari perbaikan kecuali terdapat perubahan volume lalu lintas.
- e. Untuk pesawat yang memiliki konfigurasi roda pendaratan yang berbeda dengan pesawat rencana maka digunakan keberangkatan tahunan ekivalen yang disesuaikan dengan konfigurasi roda pendaratan pesawat rencana.
- f. Dalam metode FAA terdapat klasifikasi tanah yang akan digunakan untuk perencanaan perkerasan sehingga memberikan kemudahan dalam mengklasifikasi jenis material yang akan digunakan di lapangan dan kemudahan untuk perencanaan perkerasan.

Adapun tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar 3.2.





Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada bab 4 maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

#### 1. Kondisi eksisting

Bandar Udara Notohadinegoro Jember saat ini menggunakan pesawat jenis ATR 72-600 dengan kapasitas maksimum sebanyak 70 penumpang yang beroperasi sebanyak satu kali dalam sehari dan rute kritis yang dilalui yaitu Jember – Surabaya. Kondisi fasilitas sisi udara yang tersedia yaitu, runway sebesar 1705 x 30 m, taxiway 18 x 155 m, dan apron seluas 96 x 68 m.

Untuk melakukan pengembangan sampai jangka waktu 10 tahun kedepan, kondisi yang ada saat ini tidak mampu melayani pesawat rencana Boeing 737-200 sehingga perlu dilakukan pengembangan terhadap fasilitas sisi udara Bandar Udara Notohadinegoro Jember.

#### 2. Upaya pengembangan

- a. Dalam perhitungan, pesawat rencana yang digunakan untuk panjang *runway* adalah pesawat Boeing 737-200. Panjang *runway* yang dibutuhkan oleh pesawat rencana setelah dikoreksi terhadap faktor elevasi, suhu dan *slope* adalah 2386 meter, sehingga untuk kebutuhan panjang *runway* sampai 10 tahun kedepan diperlukan penambahan sepanjang 681 meter. Sedangkan lebar *runway* juga perlu pelebaran sebesar 15 meter dari kondisi eksisting yaitu 30 meter.
- b. Panjang eksisting *taxiway* adalah 155 meter, mampu melayani pesawat jenis Boeing 737-200 dan lebar eksisting *taxiway* sudah sesuai dengan lebar minimum *MOS Aerodrome* kode C yaitu sebesar 18 meter, sehingga tidak perlu pelebaran.
- c. Pada kondisi eksisting Bandar Udara Notohadinegoro, luas *apron* adalah 96 x 68 meter. Dari hasil analisis, luasan tersebut mampu

melayani 2 buah pesawat jenis Boeing 737-200 dengan tipe parkir pesawat adalah *nose-in parking*.

d. Perkerasan Sisi Udara

Sesuai nilai CBR yang diperoleh yaitu CBR *subgrade* 7% dan CBR *subbase* 25%, maka hasil perhitungan tebal perkerasan untuk daerah kritis adalah 56 cm. Dimana tebal *surface coarse* adalah 10 cm, tebal *base coarse* 11 cm dan 35 cm untuk tebal *subbase coarse* dengan jenis perkerasannya adalah *ashpalt concrete*.

## 5.2. Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Dalam penelitian ini hanya dilakukan pengembangangeometrik *runway*, *taxiway*, dan *apron* Bandar Udara Notohadinegoro untuk 10 tahun kedepan. Sebaiknya pengembangan sisi darat seperti terminal penumpang dan lahan parkir juga perlu dianalisis.
- b. Untuk segera disusun Rancangan Induk Bandar Udara Notohadinegoroyang disetujui oleh Kementerian Perhubungan, Direktorat Jenderal Perhubungan Udara agar Bandar Udara Notohadinegoro Jember mempunyai acuan dalam melakukan pengembangan jangka waktu 10 atau 20 tahun kedepan.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Anonim. 2009. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah*. Jember. UPT UNEJ.
- Advisory Circular AC 150/5300-13. 2005. *Airport Design*. FAA.
- Advisory Circular AC 150/5320-6D. 2005. *Airport Pavement Design and Evaluation*. FAA.
- Anonim. 2004. *Pedoman Perhitungan PCN Perkerasan Prasarana Bandar Udara*. Jakarta.
- Anonim. 2013. *Airplane Characteristics Boeing 737 for Airport Planning*. Boeing Commercial Airplanes. Washington.
- Badan Perencana Pembangunan Daerah. 2004. *Rancangan Teknik Terinci Bandar Udara Kabupaten Jember*. Jember.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Jember. 2016. Jember.
- Basuki, Heru Ir. 1985. *Merancang dan Merencana Lapangan Terbang*. Penerbit Alumni. Bandung
- Direktorat Jendral Perhubungan Udara. 2015. *Standar Manual, Bagian 139 Aerodrome*. Jakarta: Direktorat Jendral Perhubungan Udara.
- Horonjeff, Robert dan McKelvey, Francis X. 1993. *Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara Jilid 1*. Edisi Ketiga. Erlangga. Jakarta
- Imam, Suryadani. 2014. *Evaluasi Rencana Pengembangan Bandar Udara Notohadinegoro Kabupaten Jember Menurut Standar Manual Aerodrome Bagian 139*. Skripsi. Jember : Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember.
- Kartina, Ira. 2010. *Evaluasi Infrastruktur Sisi Udara Bandar Udara Husein Sastranegara Bandung*. Tidak Dipublikasikan. Malang : Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang
- Permana, Sheellfia J. 2012. *Studi Perencanaan Pengembangan Landas Pacu (Runway) dan Landas Hubung (Taxiway) Bandara Abdulrachman Saleh Malang*. Tidak dipublikasikan. Surabaya : Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Rahmawati, Ika. 2009. *Studi Alternatif Perencanaan Fasilitas Sisi Udara Bandar Udara Blimbingsari Di Kabupaten Banyuwangi*. Tidak Dipublikasikan. Malang : Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang.

Setiawan, Arief., Barnabas, P.L., & Adu, Amir. 2011. *Tinjauan Pengembangan Landasan Pacu Bandar Udara Kasiguncu Kabupaten Poso*. Tidak Dipublikasikan. Palu : Jurusan Teknik Sipil Universitas Tadulako Palu.

