

**ANALISA GEOMETRI DAN
PERKERASAN RUNWAY TAXIWAY
APRON DENGAN STANDARD ICAO**

**(Studi Kasus : Bandar Udara
Notohadinegoro Jember)**

ABSTRAK

Bandara Notohadinegoro merupakan Bandar udara yang terletak di kota Jember Propinsi Jawa Timur yang memiliki areal seluas 120 hektare, yang saat ini memiliki panjang landas pacu 1.705 meter dan lebar 30 meter dengan dilayani penerbangan komersil pertama rute Jember ke Surabaya oleh maskapai Garuda Indonesia yang menggunakan pesawat udara jenis ATR 72-600 dengan kapasitas 70 penumpang. Bandar Udara Notohadinegoro saat ini memerlukan pengembangan yang bertujuan meningkatkan investasi pemerintah daerah dan banyaknya permintaan masyarakat agar Jember memiliki bandara embarkasi, karena Jawa bagian timur merupakan kantong jamaah haji dan umroh yang memiliki animo besar ketanah suci, sehingga bandara ini mengalami peningkatan jumlah penumpang per tahunnya. Hal ini dapat dilihat pada analisa grafik peningkatan jumlah penumpang yang mencapai 2 ribu sampai 3 ribu per tahun. Dengan bertambahnya jumlah penumpang otomatis pergerakan pesawat juga akan mengalami peningkatan yaitu 50-100 penerbangan pertahun. Oleh karena itu diperlukan pengembangan pesawat dari yang sebelumnya tipe pesawat ATR 72-600 dengan kapasitas 70 penumpang dikembangkan menjadi tipe pesawat yang berukuran lebih besar yaitu Boeing 737-200 yang berkapasitas 125 penumpang.

Penelitian ini bertujuan menganalisis kondisi ekisting serta kebutuhan geometri dan perkerasan sisi udara terhadap pesawat rencana Boeing

737-200 dan MTOW maksimum, agar air traffic pada Bandar udara Notohadinegoro dapat beroperasi secara efisien dan fleksibel.

Hasil dari peninjauan ini untuk fasilitas sisi udara bandara Notohadinegoro hanya memerlukan penambahan panjang landas pacu yaitu 681 meter dan penambahan lebar 15 meter sesuai dengan tabel ICAO agar pesawat yang lebih besar beroperasi secara efisien dan fleksibilitas, untuk taxiway dan apron tidak memerlukan penambahan atau pengembangan karena dimensi existing masih mampu dan layak beroperasi yaitu jenis Boeing 737-200. Namun untuk tebal perkerasan bandara Notohadinegoro hasil dari peninjauan saat ini yaitu 35 cm, maka untuk penambahan tebal perkerasan terhadap pesawat rencana Boeing 737-200 yaitu 15 cm jadi total semua tebal perkerasan yaitu 50 cm.

Kata Kunci : ICAO Annex 14 dan FAA AC 150/5300-13.

I. PENDAHULUAN**a. Latar Belakang**

Bandar udara adalah lapangan terbang yang digunakan untuk mendarat dan lepas landas pesawat udara, naik turun penumpang atau kargo dan pos, serta dilengkapi dengan fasilitas keselamatan penerbangan dan sebagai tempat perpindahan antar moda transportasi. Pesawat terbang merupakan alat transportasi yang paling modern pada saat ini dibandingkan dengan moda transportasi lainnya, dalam merencanakan lapangan terbang harus memperhitungkan perkembangan ukuran pesawat terbang dikarenakan teknologi pesawat terbang yang selalu berkembang.

Bandar Udara Notohadinegoro saat ini memerlukan pengembangan untuk bertujuan meningkatkan investasi pemerintah daerah dan banyaknya permintaan masyarakat agar jember memiliki bandara embarkasi karena Jawa bagian timur merupakan kantong jamaah haji dan umroh yang memiliki animo besar ketanah suci.

Tujuan dari penulisan ini adalah menganalisa Bandara Notohadinegoro Jember serta menentukan kebutuhan geometri dengan standard ICAO dan perkerasan fasilitas sisi udara untuk kondisi 10 tahun kedepan.

b. Rumusan Masalah

1. Bagaimana analisa kondisi existing geometri fasilitas sisi udara pada Bandara Notohadinegoro Jember *runway, taxiway, apron* dengan meningkatkan standard ICAO?
2. Bagaimana desain perkerasan *runway* pada Bandara Notohadinegoro Jember untuk 10 tahun kedepan?

c. Tujuan Masalah

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Mempelajari dan melakukan analisa geometri fasilitas sisi udara pada pembangunan Bandara Notohadinegoro Jember.
2. Mengetahui tentang desain perkerasan runway pada bandara Notohadinegoro Jember.

d. Batasan Masalah

Agar permasalahan tidak meluas dan sesuai dengan sasaran yang ingin dicapai, maka perlu dibatasi permasalahannya. Adapun batasan masalah yang diberikan adalah sebagai berikut.

1. Lokasi studi penelitian adalah bandara Notohadinegoro Jember.
2. Penelitian ini tidak membahas analisa biaya.
3. Data yang digunakan dalam analisa perkerasan adalah data CBR dari CV. Pilar Konsultan Jember dan tidak melakukan uji lab tanah.
4. Analisis penelitian fasilitas sisi udara acuan yang dipakai diantaranya ICAO Annex 14 dan FAA AC 150/5300-13.
5. Perhitungan perkerasan dengan metode FAA.
6. Penelitian ini tidak membahas fasilitas sisi darat seperti bangunan Terminal Penumpang, Terminal Kargo dan lain-lain.

II. TINJAUAN PUSTAKA**2.1 Klasifikasi Bandara**

Klasifikasi bandar udara terdiri atas beberapa kelas bandar udara yang ditetapkan berdasarkan kapasitas pelayanan dan kegiatan operasional bandara udara. Kapasitas pelayanan merupakan kemampuan bandar udara untuk melayani jenis pesawat udara

terbesar dan jumlah penumpang / barang yang meliputi : Kode angka (code number) yaitu perhitungan panjang landasan pacu berdasarkan referensi pesawat aeroplane reference field length (ARFL). Dan kode huruf (code letter) yaitu perhitungan sesuai lebar sayap dan lebar / jarak roda terluar pesawat.

Code Number	Reference Field Length, m	Code Letter	Wingspan, m	Distance between Outside Edges of Main Wheel Gear, m
1	<800	A	<15	<4.5
2	800-1200	B	15-24	4.5-6
3	1200-1800	C	24-36	6-9
4	≥1800	D	36-52	9-14
		E	52-65	9-14
		F	65-80	14-16

TABLE 6-3 ICAO Aerodrome Reference Codes

Gambar 1. Kriteria Klasifikasi Bandara

2.2 Karakteristik Pesawat

Sebelum merancang pengembangan sebuah lapangan terbang, dibutuhkan pengetahuan karakteristik pesawat terbang secara umum untuk merencanakan prasarannya. Karakteristik pesawat terbang antara lain :

1. Berat (*Weight*) Berat pesawat diperlukan untuk merencanakan tebal perkerasan dan kekuatan landasan pacu.
2. Ukuran (*Size*) Lebar dan panjang pesawat (*Fuselag*) mempengaruhi dimensi landasan pacu.
3. Kapasitas Penumpang Kapasitas penumpang berpengaruh terhadap perhitungan perencanaan kapasitas landasan pacu.
4. Panjang Landasan Pacu

Anggapan bahwa makin besar pesawat terbang, makin panjang landasan tidak selalu benar. Bagi pesawat besar, yang sangat menentukan kebutuhan panjang landasan adalah jarak yang akan ditempuh sehingga menentukan berat lepas landas (*Take Off Weight*).

2.3 Geometri Landas Pacu Berdasarkan ICAO

Standard yang digunakan untuk perhitungan panjang landasan pacu disebut Aeroplane Reference Field Length (ARFL). Menurut persyaratan ICAO, panjang landasan harus dikoreksi terhadap elevasi, temperatur, dan slope.

a. Faktor Koreksi Elevasi

$$F_e = 1 + (0,07 \times h / 300)$$

Dimana :

F_e = Faktor Koreksi Elevasi

h = Elevasi di atas Permukaan Laut

b. Koreksi Terhadap Temperature

$$F_t = 1 + [0,01 \times (T - (150,0065 \times h))]$$

Dimana :

F_t = Faktor Koreksi Temperature

T = Aerodrome Reference Temperature

h = Elevasi di atas Permukaan Laut

c. Koreksi Terhadap Kemiringan

$$F_g = 1 + (0,1 \times S)$$

Dimana :

F_g = Faktor Koreksi Kemiringan

S = Kemiringan Landasan (%)

d. Menghitung ARFL

$$ARFL = PL / F_e \times F_t \times F_g$$

Dimana :

PL = Panjang Landas Pacu

F_e = Koreksi Elevasi

F_t = Koreksi Temperature

F_g = Koreksi Kemiringan

2.4. Lebar Landas Pacu

Dalam melakukan analisa lebar landas pacu (runway) baik untuk perencanaan pembangunan baru, maupun untuk perencanaan pengembangan landas pacu (runway) beberapa ketentuan klasifikasi lebar runway harus dipenuhi sebagai standard perencanaan bandar udara yaitu ketentuan-ketentuan yang dikeluarkan oleh ICAO yaitu kode angka IV pada tabel dibawah :

Kode Huruf	Kode Angka					
	I	II	III	IV	V	VI
A	18 M	23 M	30 M	45 M	-	-
B	18 M	23 M	30 M	45 M	-	-
C	30 M	30 M	30 M	45 M	45 M	60 M
D	30 M	30 M	30 M	45 M	45 M	45 M

2.5 Taxiway

Fungsi utama taxiway adalah sebagai akses dari runway ke area terminal dan hangar. Peraturan 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.

Penentuan geometri taxiway dengan Rumus :

$$W_t = W_b + 2C$$

Dimana :

W_t = Lebar Taxiway

W_b = Jarak Antar Roda

C = Kebebasan Samping Roda

2.6 Apron

Apron merupakan bagian sisi udara dari bandar udara yang digunakan untuk pesawat terbang menurunkan, menaikan penumpang, cargo dan sebagai tempat parkir pesawat.

Sebagai analisis untuk landas hubung (apron) ICAO mengeluarkan persyaratan jarak bebas sayap pesawat sebagaimana diperlihatkan dalam tabel dibawah :

Kode (huruf)	Jarak Bebas
A	3,0 m
B	3,0 m
C	4,5 m
D	7,5 m
E	7,5 m
F	7,5 m

Sumber : ICAO, 1999

2.7 Perencanaan Struktur Perkerasan Landas Pacu Metode FAA

Metode ini adalah metode yang paling umum digunakan dalam perencanaan lapangan terbang. Dikembangkan oleh badan penerbangan federal Amerika. Merupakan pengembangan metode CBR.

Jenis dan kekuatan tanah dasar (*subgrade*) sangat mempengaruhi analisa perhitungan. FAA telah membuat klasifikasi tanah dengan membagi dalam beberapa kelompok, dengan tujuan untuk mengetahui nilai CBR tanah yang ada. Dengan rumus dibawah ini

$$\log R_1 = \log R_2 \left(\frac{W_2}{W_1} \right)^n$$

R₁ = Equivalent Annual Departure Pesawat Rencana

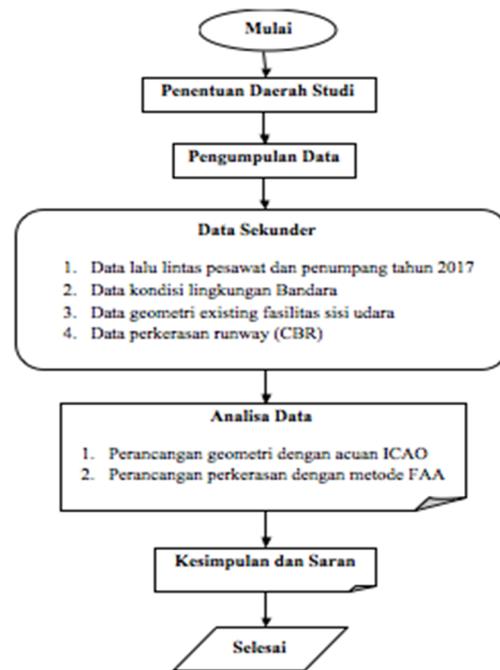
R₂ = Equivalent Annual Departure yang dikonversikan ke pesawat rencana

W₂ = Beban Roda Pesawat Rencana

W₁ = MTOW*95%*1/n

n = Jumlah roda Pesawat pada main gear

III Metodologi



3.1 Diagram Alir

3.2 Apron

Pada tahap ini berisi tentang dimulainya penelitian.

3.3 Penentuan Daerah Studi

Penentuan daerah studi ini dilaksanakan di Bandara Notohadinegoro Kecamatan Ajung Kabupaten Jember.

3.4 Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data ini berisi tentang pengumpulan data yang meliputi :

3.4.1 Data Sekunder

Data sekunder meliputi :

1. Data geometri existing fasilitas sisi udara, Data kondisi lingkungan dan Data air traffic Bandara didapat dari Bandara Notohadinegoro Jember.
2. Data perkerasan (CBR) dari instansi terkait CV. Pilars Konsultan.

3.5 Analisa Data

Jenis penelitian ini menganalisa Bandara Notohadinegoro dengan standard metode ICAO dan FAA.

Metode ICAO dengan rumus :

- Faktor Koreksi Elevasi
 $Fe = 1 + [0,07 \times (h/300)]$
- Faktor Koreksi Temperatur
 $Ft = 1 + 0,01 \times [T - (15 - 0,0065 \times h)]$
- Faktor Koreksi Kemiringan
 $Fg = 1 + (0,1 \times S)$
- Menghitung AFRL

$$ARFL = \frac{PL}{Fe \times Ft \times Fg}$$

Menentukan perkerasan metode FAA dengan rumus :

$$\log R1 = \log R2 \left(\frac{W2}{W1} \right)^x$$

Selanjutnya menentukan grafik yang di tentukan FAA dengan CBR yang diperoleh.

3.3 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan merupakan tahap akhir dalam penelitian yang isinya berkaitan dengan tujuan yang hendak dicapai serta memberi informasi saran pada tugas akhir selanjutnya.

4.1 Analisa data

a. Data Umum

1. Nama Bandara : Bandar Udara Notohadinegoro
2. Alamat : Desa Wirosongo Kecamatan Ajung Kab. Jember
3. Kelas : Domestik
4. Luas Lahan : 120 Hektar
5. Elevasi Bandara : 85,65 mpdl
6. Temperature : 32°C
7. Slope : 0,4%
8. Runway : 1705m x 30 m
9. Taxiway : 141m x 98m
10. Apron : 68m x 96m

4.2 Peramalan Lalu-Lintas Angkutan Udara



4.2.1 Grafik Peramalan Lalu-Lintas Penumpang



4.2.2 Grafik Peramalan Pergerakan Pesawat

4.3. Analisa Geometri Fasilitas sisi Udara

Menurut ICAO, ada 3 faktor koreksi yang mempengaruhi perencanaan panjang runway (Basuki,H,1986), yaitu Faktor Koreksi Elevasi, Faktor Koreksi

Temperatur, Faktor Koreksi Kemiringan (gradien). Berikut perhitungan koreksi :

a. Koreksi Elevasi

$$Fe = 1 + [0,07 \times (h/300)]$$

$$Fe = 1 + [0,07 \times (85,65/300)]$$

$$Fe = 1,0199$$

b. Koreksi Temperature

$$Ft = 1 + 0,01 \times [T - (15 - 0,0065 \times h)]$$

$$Ft = 1 + 0,01 \times [32 - (15 - 0,0065 \times 85,65)]$$

$$Ft = 1,1755$$

c. Koreksi Kemiringan

$$Fg = 1 + (0,1 \times S)$$

$$Fg = 1 + (0,1 \times 0,4\%)$$

$$Fg = 1,0004$$

4.4 Menghitung ARFL

Panjang runway yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan pesawat rencana jenis Boeing 737-200 saat melakukan take off sebesar 1990 meter, dengan menggunakan rumus diatas maka dapat di hitung panjang runway yang dibutuhkan yaitu :

$$ARFL = \frac{PL}{Ft \times Ft \times Fg}$$

$$1990 = \frac{PL}{1,0199 \times 1,1756 \times 1,0004}$$

$$ARFL = 2386 \text{ m}$$

4.5 Lebar Taxiway

Lebar *taxiway* Bandara Notohadinegoro memiliki lebar existing 18 meter dan panjang 141 meter pesawat rencana yang akan digunakan bandara Notohadinegoro Boeing 737-200 dan termasuk dalam kelas 4-C. Berikut tabel standard maximum taxiway :

Kode Letter	Lebar Maximum Taxiway (bagian lurus)
A	7,5 m
B	10 m
C	18 m
D	23 m
E	23 m
F	25 m

Sumber : MOS Aerodrome Bagian 139.

Tabel 4.1 Lebar Taxiway Maksimum

Sesuai dengan tabel diatas, Bandara Notohadinegoro jarak bebas minimum antara roda sumbu terluar suatu pesawat terbang dan tepi taxiway sebesar 4,5 m. dapat ditentukan dengan rumus geometri lebar taxiway sebagai berikut :

$$Wt = Wb + 2C$$

Keterangan :

Wt = Lebar Taxiway
 Wb = Jarak Roda Pesawat Rencana
 C = Kebebasan Samping Roda

$$Wt = Wb + 2C$$

$$= 5,23 + (2 \times 4,5)$$

$$= 14,23 \text{ m}$$

4.6 Apron

Hasil dari peramalan asumsi pergerakan pesawat rencana sampai 2027 yaitu 852 penerbangan pertahun, jadi kalau di kalkulasikan perhari jumlah pesawat yang beroperasi di bandara yaitu 2 kali penerbangan. Maka perencanaan apron menampung untuk 2 pesawat jenis Boeing 737-200. Diketahui pesawat rencana jenis Boeing 737-200 yang memiliki panjang 30,53 m dan bentang sayap 28,35 m.

a. Perhitungan Panjang Apron

$$P \text{ Apron} = C + Pp + At \text{ (Airtaxilane)}$$

$$= 4,5 + 30,53 + 24,5$$

$$= 59,53 \text{ m}$$

b. Perhitungan Lebar Apron

$$L \text{ Apron} = (2 \times Lp) + 3 \times C$$

$$= (2 \times 28,35) + (3 \times 4,5)$$

$$= 56,7 + 13,5$$

$$= 70,2 \text{ m}$$

4.7 Perencanaan Perkerasan dengan Metode Standard ICAO

4.7.1 Menentukan Equivalent Annual Departure

Perhitungan EAD dengan rumus berikut :

$$\text{Log } R1 = \text{Log } R2 \left(\frac{W2}{W1} \right)^{1.5}$$

a. Konversi Pesawat ATR72-600 ke Boeing 737-200

$$R2 = \text{Forecast Annual Departure} \times \text{Faktor Konfersi}$$

$$= 852 \times 0,6$$

$$= 819,2$$

$$W2 = \text{MTOW} \times 0,95 \times 0,5$$

$$= 50265 \times 0,95 \times 0,5$$

$$= 23875,87$$

$$W1 = \text{MTOW Pesawat Rencana} \times 0,95 \times 0,25$$

$$= 115941 \times 0,95 \times 0,25$$

$$= 27535$$

$$\text{Log } R1 = \text{Log } R2 \left(\frac{W2}{W1} \right)^{1.5}$$

$$= \text{Log } 819,2 \left(\frac{23875,87}{27535} \right)^{1.5}$$

$$\text{Log } R1 = 2,7128 \text{ maka } R1 = 10^{2,7128} = 819,22$$

b. Perhitungan R1 = Pesawat rencana Boeing 737-200

$$R2 = \text{Forecast Annual Departure} \times \text{Faktor Konfersi}$$

$$= 852 \times 0,6$$

$$= 511,2$$

$$W2 = \text{MTOW} \times 0,95 \times 0,25$$

$$= 115941 \times 0,95 \times 0,25$$

$$= 27535$$

$$W1 = \text{MTOW Pesawat Rencana} \times 0,95 \times 0,25$$

$$= 115941 \times 0,95 \times 0,25$$

$$= 27535$$

$$\text{Log } R1 = \text{Log } R2 \left(\frac{W2}{W1} \right)^{1.5}$$

$$= \text{Log } 511,2 \left(\frac{27535}{27535} \right)^{1.5}$$

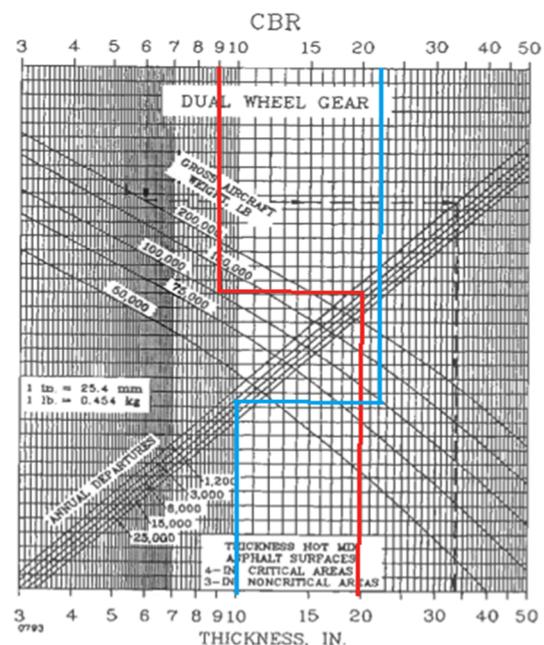
$$\text{Log } R1 = 2,7086 \text{ maka } R1 = 10^{2,7086} = 511,21$$

4.7.2 Menentukan Kurva Perkerasan Lentur tipe Dual Wheel

Setelah diketahui nilai *Equivalent Annual Departure* maka tebal perkerasan dapatdiperhitungkan dengan menggunakan kurva metode FAA, berikut kurva *Dual Wheel* untuk mengetahui tebal perkerasan existing bandara Notohadinegoro dengan data CBR dibawah ini.

Data CBR yang diperoleh dari penyelidikan tanah pada lokasi desa Wirosongo Kabupaten Jember sebagai berikut :

1. CBR Subgrade (Tanah Dasar) = 9 %
2. CBR Subbase (Urugan Pilihan) = 22 %



Kurva 4.1 Perkerasan Lentur dengan roda Dual Wheel

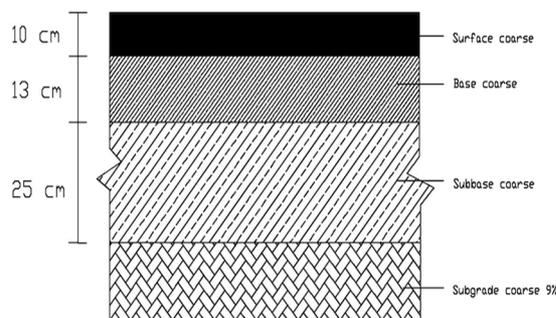
4.7.3 Perhitungan Struktur Tebal Perkerasan

1. Dari grafik 4.1 pesawat rencana 737-200 MTOW = 115941 lbs subgrade CBR = 9 didapat tebal total perkerasan = 20 inch
2. Tebal Subbase
Dengan grafik yang sama CBR = 22 terbaca tebalnya = 10 inch maka tebal subbase = 20 – 10 = 10 inch

3. Tebal surface = 4 inch untuk daerah kritis : maka tebal base coarse = $10 - 4 = 6$ inch

Maka penjelasan perhitungan tebal perkerasan diatas bisa disimpulkan dibawah ini :

Lapisan	Ukuran
Surface Coarse	: 4 inch = 10 cm
Base Coarse	: 6 inch = 15 cm
Subbase Coarse	: 10 inch = 25 cm
Subgrade Total	: 20 inch = 50 cm



Gambar 4.1 Desain Perkerasan

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pembahasan maka dapat dibuat beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada kondisi existing panjang runway Bandara Notohadinegoro yaitu 1705 m, maka panjang runway yang dibutuhkan Bandara Notohadinegoro untuk jenis pesawat rencana Boeing 737-200 adalah 2386 meter untuk pertumbuhan masa depan yang kini penumpang semakin berkembang hingga 2 ribu sampai 3 ribu pertahun maka untuk kebutuhan penambahan panjang runway yaitu 681 meter. Sedangkan pelebaran runway juga perlu penambahan 15 meter sesuai dengan tabel standard ICAO.

2. Kondisi existing panjang taxiway bandara Notohadinegoro yaitu 141 meter mampu melayani pesawat jenis Boeing 737-200 dan lebar existing sesuai dengan lebar standard ICAO yaitu 18 meter sehingga tidak perlu adanya pelebaran.
3. Pada kondisi existing luas apron bandara Notohadinegoro yaitu 96 x 68 meter, luasan tersebut mampu untuk melayani 2 pesawat Boeing 737-200 dan sudah diperhitungkan di bab 4 dengan tipe parkir pesawat *nose-in parking*. Sehingga tidak perlu adanya pengembangan luas apron.
4. Kurva yang digunakan pendaratan dengan roda *dual wheel*, perkerasan sisi udara sesuai data CBR yang diperoleh subgrade 9 % maka terbaca tebal perkerasan total yaitu 50 cm, dan CBR subbase yaitu 22 % maka tebal subbase terbaca 25 cm dan tebal perkerasan surface 10 cm.

5.2 Saran

saran yang dapat diberikan untuk penelitian adalah sebagai berikut :

1. Pemilihan Metode diharapkan menjadi pertimbangan yang matang dalam perencanaan desain perkerasan runway termasuk dengan memperhitungkan temperatur dan iklim yang berpengaruh terhadap kekuatan bahan yang digunakan serta rencana anggaran biaya yang digunakan.
2. Perlu dilakukan suatu analisis lanjutan terhadap pembangunan dan rencana pengembangan Bandar Udara Notohadinegoro terhadap fasilitas sisi daratnya seperti

terminal, lahan parkir dan bangunan ATC secara yang lain, agar hasil yang diharapkan dapat lebih optimal lagi.

Daftar Pustaka

Horonjeff, Robert. 1993. *“Planning and Design Of Airports“ Fourth Edition.* Mc.Grawhill.

Basuki, H. 1986. Merancang, Merencana Lapangan Terbang. Bandung : Alumni

ICAO, 1984, Aerodrome Design Manual Part 1. Runway, International Civil Aviation Organisation, Montreal.

Annex 14 Aerodromes. 2009. Aerodrome Design and Operations (Volume I).