

**PERENCANAAN TURN PAD AREA DENGAN FLEXIBLE PAVEMENT DI BANDAR
UDARA INTERNASIONAL ADISUTJIPTO YOGYAKARTA**

Yazid Nashiruddin¹, Bambang Wasito¹, Ranatika P¹

¹ Politeknik Penerbangan Surabaya

Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236

Email : 13yazidnash@gmail.com

ABSTRAK

Kondisi eksisting *turn pad area* pada bagian *runway* 09 di Bandar Udara Internasional Adisutjipto Yogyakarta masih belum sesuai dengan peraturan yang ada untuk melayani pesawat terbesar yang beroperasi. Ketidaksiesuaian antara *turning pad* yang ada dengan pesawat udara yang beroperasi dapat menimbulkan permasalahan lain yang dapat berakibat fatal bagi kelangsungan operasi bandar udara bersangkutan. Beberapa hal yang dapat terjadi apabila kondisi dari *turn pad area* belum sesuai adalah dapat terjadinya *one wheel lock* ataupun terjadinya tergelincir pesawat udara yang beroperasi di atasnya keluar dari perkerasan yang ada. Hasil dari perencanaan dimensi adalah adanya penambahan luas *turn pad area* dengan luasan 165,72 m² untuk mampu mengakomodir pesawat terbesar yang beroperasi. Ketebalan untuk *turn pad area* yang direncanakan dengan menggunakan perhitungan metode FAA adalah 35 inc atau 89 cm, untuk perbandingan ketebalan perkerasan yang direncanakan menggunakan aplikasi FAARFIELD dan COMFAA maka didapatkan ketebalan perkerasan yang dibutuhkan adalah 34,29 inc atau 87,09 cm

Kata Kunci: *Turn Pad Area*, perkerasan, metode FAA, COMFAA FAARFIELD

PENDAHULUAN

Moda transportasi udara merupakan salah satu alternatif yang sering digunakan masyarakat maupun wisatawan ketika menuju ke kota yang kerap dijuluki kota gudeg ini. Saat ini wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta memiliki satu bandar udara yang aktif beroperasi yakni Bandar Udara Internasional Adisutjipto yang berlokasi di Kabupaten Sleman, Yogyakarta. Bandar Udara ini memiliki landas pacu menggunakan perkerasan flexible dengan panjang dan lebar 2200 m x 45 m dengan pesawat terbesar yang beroperasi adalah Boeing 737-900 ER (Data : PT. Angkasa Pura 1 cabang JOG, 2018).

Tingginya kebutuhan akan moda transportasi udara utamanya disaat tertentu seperti hari raya ataupun tahun baru membuat pengelola bandar udara diharuskan senantiasa memastikan seluruh

fasilitas yang ada berjalan dengan baik dan normal. PT. Angkasa Pura 1 sebagai pengelola Bandar Udara Internasional Adisutjipto dituntut untuk senantiasa memberikan pelayanan jasa dengan optimal setiap saat.

Mengingat peruntukan bandar udara tersebut yaitu dapat melayani penerbangan domestik dan internasional, maka perihal keamanan dan keselamatan haruslah menjadi perhatian yang penting bagi pengelola bandar udara. Penggunaan *turn pad* pada landas pacu dapat memberikan keamanan bagi pesawat udara yang melakukan manuver ketika akan *take off* ataupun manuver setelah landing agar pesawat tersebut tidak keluar dari landas pacu apabila *turn pad* area yang tersedia sesuai dan mampu melayani pesawat terbesar yang beroperasi. Sesuai dengan peruntukannya *turn pad* area yakni sebuah daerah pada aerodrome yang terletak di samping runway yang ditujukan sebagai tempat pesawat udara melakukan putaran 180 derajat pada sebuah runway (Peraturan Dirjen Perhub Udara nomor : KP 262, 2017). Kondisi eksisting *turn pad* pada bagian runway 09 di Bandar Udara Internasional Adisutjipto Yogyakarta sendiri masih belum sesuai dengan peraturan yang ada untuk melayani pesawat terbesar yang beroperasi. Perencanaan *turning pad* dapat menjadi jalan keluar untuk memberikan keamanan sekaligus mencegah terjadinya *one wheel lock* yang sebelumnya terjadi di landas pacu Bandar Udara Internasional Adisutjipto Yogyakarta. Direncanakan untuk pesawat terbesar yang beroperasi adalah Boeing 737 – 900.

METODE

Dalam penyelesaian masalah perencanaan landas pacu dilakukan sesuai dengan alur perencanaan yang ditampilkan dalam Gambar 3.1.

a. Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan untuk perencanaan sebuah *turn pad* suatu bandar udara mencakup data umum bandar udara, data pesawat udara yang beroperasi, dan juga data kekuatan tanah dasar di bandar udara tersebut. Pengumpulan data yang dilakukan oleh penulis melalui pengamatan langsung maupun meminta data terkait kepada pegawai PT. Angkasa Pura 1 cabang JOG secara langsung. Data yang penulis dapatkan adalah data kekuatan tanah dasar yang ada di daerah tersebut melalui CBR test tahun 2018 yang memuat nilai CBR, lalu data tipe pesawat melalui data arus pergerakan lalu lintas angkutan udara pada tahun 2018 yang juga memuat total pergerakan pesawat. Detail perkerasan eksisting pada *runway* 09 ditunjukkan pada gambar 3.3 berikut ini.

b. Penentuan Tebal Perkerasan

Penentuan tebal perkerasan menggunakan metode FAA yang dikembangkan oleh Badan Penerbangan Federal Amerika dan merupakan pengembangan metode CBR yang telah ada. Selain menggunakan metode FAA juga menggunakan software COMFAA dan FAARFIELD yaitu program yang digunakan untuk merancang struktur perkerasan fasilitas sisi udara bandar udara berdasarkan peraturan yang terdapat dalam FAA AC-150/5320-6F.

. Penentuan Dimensi *Turn Pad Area*

Penentuan dimensi turn pad sendiri mengacu pada Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara nomor : KP 262 tahun 2017 tentang Standar Teknis dan Operasi Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil – Bagian 139 (Manual of Standard CASR – part 139) Volume I Bandar Udara (Aerodromes), Aerodrome Design Manual (Doc 9157) bagian 1 dan Annex 14. Desain turn pad untuk code letter C.

d. Rancangan Anggaran Biaya

Perencanaan turn pad hingga menuju ke rancangan anggaran biaya yang menunjukkan berapa banyak kebutuhan material ataupun finansial untuk pembuatan turn pad yang sudah direncanakan. Untuk pembuatan RAB menggunakan harga yang berlaku di Daerah Istimewa Yogyakarta, terkecuali apabila ada bahan yang diharuskan untuk mendatangkan dari luar wilayah tersebut.

HASIL PENELITIAN

a. Gambaran Umum Perencanaan

Perencanaan turn pad area pada ujung landas pacu 09 di Bandar Udara Internasional Adisutjipto Yogyakarta ini dilakukan agar pesawat terbesar eksisting yang beroperasi di bandar udara tersebut dapat melakukan maneuvering dengan aman dan meminimalisir terjadinya kerusakan pada permukaan landas pacu berupa one wheel lock. Perencanaan turn pad area direncanakan untuk dapat mengakomodir pesawat terbesar yang beroperasi yaitu Boeing 737 – 900ER. Berikut adalah tampak atas dari daerah turn pad area yang tertera pada gambar 1.

b. Tahapan Perencanaan Turn Pad Area

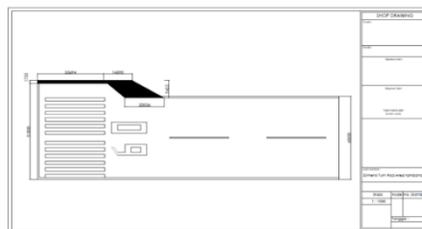
Dimensi turn pad area yang direncanakan mengacu pada ICAO (International Civil Aviation Organization) dimana ketentuan – ketentuan mengenai turn pad area dijelaskan dalam MOS 139 - KP 262 tahun 2017 pada bab 3.3 tentang Bidang Perputaran Runway dan Aerodrome Design

Manual Doc. 9157 part 1 tentang Runway. Untuk ukuran dimensi dipengaruhi oleh tipe pesawat terbesar yang beroperasi di bandar udara tersebut yakni Boeing 737-900 ER yang mempunyai code letter C yang dalam hal ini secara keseluruhan ukuran sudah diatur oleh Aerodrome Design Manual Doc. 9157 part 1 dan dapat dilihat pada gambar 4.2 berikut

Untuk marka *turn pad area* diatur sedemikian rupa dalam MOS 139 - KP 262 tahun 2017 untuk membantu pergerakan pesawat sebagai panduan guna memungkinkan berputar 180 derajat dan sejajar dengan *runway centre line*. Jarak bebas antara roda pendaratan pesawat dengan tepi *runway turn pad* harus tidak kurang dari yang ditetapkan.

Menurut dari karakteristik pesawat udara terbesar yakni Boeing 737 – 900ER yang tertera pada Airplane Characteristic for Airport Planning 737, wheel base yang dimiliki oleh pesawat Boeing 737 – 900ER adalah 56 feet atau 17,17 m.

Melihat dari kebutuhan di lapangan, kebutuhan perencanaan turn pad area dilaksanakan pada ujung landas pacu 09 pada sisi utara atau berhadapan dengan taxiway S1 milik Akademi Angkatan Udara dikarenakan pada ujung landas pacu tersebut belum terdapat taxiway parallel dan turn pad area eksisting yang ada belum memenuhi syarat baik dari segi dimensi maupun marka untuk pesawat terbesar yang beroperasi Dilaksanakannya penyesuaian ulang untuk dimensi dan penambahan marka sesuai dengan peraturan yang sudah ada sehingga didapatkan gambar rencana dari turn pad area pada gambar 1 berikut.



Gambar 1 Perencanaan Turn Pad

Area dengan warna hitam adalah area yang akan dilaksanakan perluasan turn pad area ditambah dengan marka guidance line turn pad area. Perhitungan luas daerah tersebut adalah sebagai berikut :

$$a \text{ atas} = 14,6 \text{ m} \quad a \text{ bawah} = 20 \text{ m} \quad t = 9,4 \text{ m}$$

- $L1 = a \text{ atas} + a \text{ bawah} \times t/2$

$$L1 = 14,6 + 20 \times 9,4 / 2$$

$$L1 = 108,6 \text{ m}^2$$

- $L2 = p \times l$

$$L2 = 33,6 \times 1,7$$

$$L2 = 57,12 \text{ m}^2$$

$$\text{Total } L1 + L2 = 165,72 \text{ m}^2$$

Sehingga luas area yang dibutuhkan untuk dilakukan perluasan turn pad area adalah seluas 165,72 m². Desain perkerasan *Turn Pad Area* Pada perhitungan tebal perkerasan landas pacu ini akan digunakan metode grafik FAA dan menggunakan *software FAARFIELD* dan *COMFAA* karena parameter yang digunakan tidak hanya *CBR* tanah dasar dan beban pesawat saja, namun juga memperhitungkan keberangkatan tahunan dari pesawat-pesawat yang beroperasi di bandar udara tersebut sehingga perhitungan tebal perkerasan akan lebih akurat dan efisien.

Metode ini sering dipakai untuk menentukan tebal perkerasan dengan memproyeksikan *CBR* ke grafik untuk mendapatkan tebal total lapisan perkerasan, dari tebal total lapisan ini dibagi menjadi beberapa lapisan yaitu lapisan Permukaan (*surface*), Lapisan Pondasi Atas (*base course*), dan Lapisan Pondasi Bawah (*subbase*).

Pesawat Udara	Tipe Roda	Annual Departure	MTOW (kg)
B.737-900ER	Dual Wheel	4847	85.200
B.737-800	Dual Wheel	7557	70.535
A.320	Dual Wheel	6271	73.500
CRJ-1	Dual Wheel	399	40.824
ATR-72	Dual Wheel	1711	22.800

Tabel 1 Berat Pesawat yang beroperasi

$$\text{Wheel load} = 0,95 \times \text{MTOW} \times \frac{1}{\text{jumlah roda pendaratan utama}}$$

- B737-900 ER : wheel load = $0,95 \times 85.200 \times \frac{1}{4} = 20.235 \text{ kg}$
- B737-800 : wheel load = $0,95 \times 79.010 \times \frac{1}{4} = 18.764 \text{ kg}$
- A320 : wheel load = $0,95 \times 73.500 \times \frac{1}{4} = 17.456 \text{ kg}$
- CRJ-1 : wheel load = $0,95 \times 40.824 \times \frac{1}{4} = 9.695 \text{ kg}$
- ATR-72 : wheel load = $0,95 \times 22.800 \times \frac{1}{4} = 5.415 \text{ kg}$

Perhitungan keberangkatan tahunan ekivalen ini perlu untuk proyeksi didalam grafik ketebalan ekivalen perkerasan nanti. Berikut pada tabel 2 perhitungan keberangkatan tahunan ekivalen (R1) untuk pesawat yang beroperasi.

Jenis pesawat	Gear type			Annual Departure	Max. Take off Weight (Kg)	An Depart Konversi	Wheel Load			Equivalent Annual Departure
	Dari	Ke	Konversi				R2	W2	W1	
B.737-900ER	DUAL WHEEL	DUAL WHEEL	1	4847	85.200	4847	20.235,00	20.235,00	4847,00	
B.737-800	DUAL WHEEL	DUAL WHEEL	1	7557	79.016	7557	18.766,30	20.235,00	5431,86	
A.320	DUAL WHEEL	DUAL WHEEL	1	6271	73.500	6271	17.456,25	20.235,00	3364,96	
CRJ-1	DUAL WHEEL	DUAL WHEEL	1	399	40.824	399	9.695,70	20.235,00	63,16	
ATR-72	DUAL WHEEL	DUAL WHEEL	1	1711	22.800	1711	5.415,00	20.235,00	47,05	
TOTAL									13754,0	
W2	:	wheel load dihitung dengan mengurangi 95% ditumpu oleh roda pendaratan utama, dual wheel								
W1	:	Wheel load pesawat kritis terbesar								
R1	:	$\text{antilog}(\log R2 \times (\frac{W2}{W1})^{0.5})$								

Tabel 2 Perhitungan keberangkatan tahunan ekivalen

Rumus mencari R1 :

$$\text{Log } R1 = \text{Log } R2 \times \left(\frac{W2}{W1}\right)^{0.5}$$

$$R1 = 10^{\text{Log } R2 \times \left(\frac{W2}{W1}\right)^{0.5}}$$

a. B.737-900 ER

$$R1 = 10^{\text{Log } 4847 \times \left(\frac{20235}{20235}\right)^{0.5}} = 4847$$

b. B.737-800NG

$$R1 = 10^{\text{Log } 7557 \times \left(\frac{20235}{18766,30}\right)^{0.5}} = 5431,86$$

c. A.320

$$R1 = 10^{\text{Log } 6271 \times \left(\frac{20235}{17456,25}\right)^{0.5}} = 3364,96$$

d. CRJ-1

$$R1 = 10^{\text{Log } 399 \times \left(\frac{20235}{9695,70}\right)^{0.5}} = 63,16$$

e. ATR-72

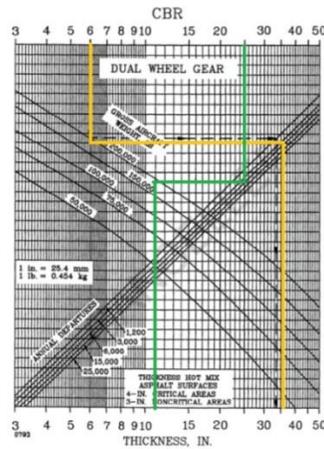
$$R1 = 10^{\text{Log } 1711 \times \left(\frac{20235}{5415}\right)^{0.5}} = 47,05$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkanlah hasil dari R1 atau *equivalen annual departure* dari masing – masing pesawat yang ada lalu dijumlahkan sehingga didapatkan total *equivalen annual departure* yaitu sebesar 13754,0. Hasil dari perhitungan akan diproyeksikan ke dalam grafik tebal perkerasan.

Dalam perhitungan ini telah ditentukan pesawat rencana adalah Boeing 737-900ER dimana konfigurasi roda utama pesawat adalah *dual wheel*, sehingga grafik yang akan digunakan adalah grafik untuk *dual wheel*. Nilai *subgrade* yang digunakan adalah 6% karena mengacu pada AC 150/5320-6F tentang *Airport Pavement Design and Evaluations*. Nilai *subbase* yang digunakan

adalah 25% dikarenakan merujuk pada SE 7 tahun 2014 Bab III tentang Konstruksi Perkerasan, terdapat ketentuan untuk minimal CBR untuk *subbase* adalah minimal atau lebih besar dari 25%. Plotting grafik tebal perkerasan untuk *dual wheel* dapat dilihat pada gambar 4.5 berikut ini. Data yang diperlukan dalam perencanaan metode FAA dengan cara manual adalah sebagai berikut :

- a. Nilai CBR *subgrade* : 6 %
- b. Nilai CBR *subbase* : 25 %
- c. *Equivalent Annual Departure* : 13.754,0
- d. *MTOW* B 737 – 900ER : 187833 lbs



Gambar 2 Perencanaan ketebalan perkerasan

Keterangan :

- = Garis untuk tebal perkerasan total (CBR 6 %)
- = Garis untuk tebal perkerasan *subbase* (CBR 25 %)

Tabel 3 Perencanaan ketebalan perkerasan

Lapisan	Tebal Perkerasan (inch)	Tebal Perkerasan (cm)
Permukaan (<i>surface course</i>) Asphalt	4	10,16
Pondasi atas (<i>base course</i>) <i>Chrushed Agregate</i>	6	15,24
Pondasi bawah (<i>subbase course</i>) <i>Gravelly</i>	25	63,5
Total	35	88,9

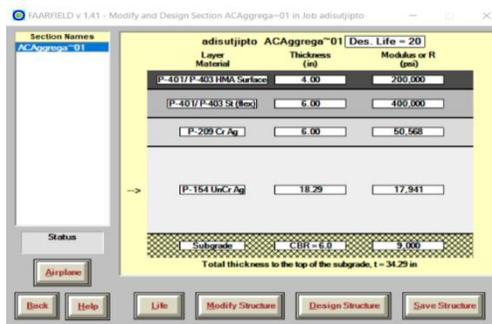
Program FAARFIELD merupakan program yang digunakan untuk merancang struktur perkerasan fasilitas sisi udara bandar udara berdasarkan peraturan-peratuean yang terdapat dalam

FAA (*Federal Aviation Administration*) AC – 150/5320 – 6F. Dalam mendesain perkerasan bandar udara terdapat banyak lapis (*layers*) dan setiap lapis dirancang dengan ketebalan tertentu sehingga beban yang terjadi tidak membuat perkerasan bandar udara gagal dalam menerima beban dari pesawat. Pada perencanaan perkerasan lentur, FAARFIELD menggunakan regangan vertical maksimum pada bagian atas tanah dasar dan regangan horizontal maksimum di bawah lapisan permukaan aspal sebagai predictor umur layan struktur perkerasan. Dalam perencanaan *turn pad area* ini menggunakan perkerasan lentur sebagai *area maneuvering* bagi pesawat terbang. Pemilihan pesawat didasari pada pesawat yang beroperasi di Bandar Udara Internasional Adisutjipto Yogyakarta. Berikut gambar 4.8 adalah input data pesawat yang beroperasi dalam intensitas yang konsisten dan dalam jumlah massif.



Gambar 3 Hasil Evaluasi Tebal Perkerasan Menggunakan Program FAARFIELD.

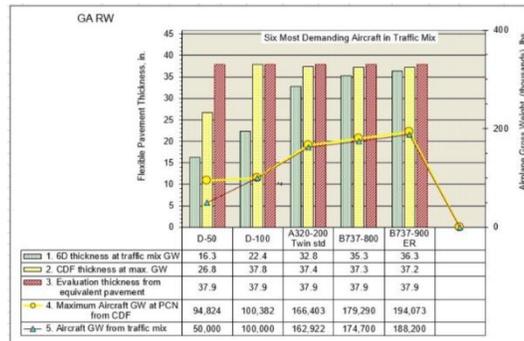
Hasil dari program FAARFIELD v 1.42 *Airport Pavement Design and Evaluation* didapatkan total tebal perkerasan untuk desain *turn pad area* adalah 34.29 in (87,1 cm).



Gambar 4 Hasil Evaluasi Tebal Perkerasan Menggunakan Program FAARFIELD

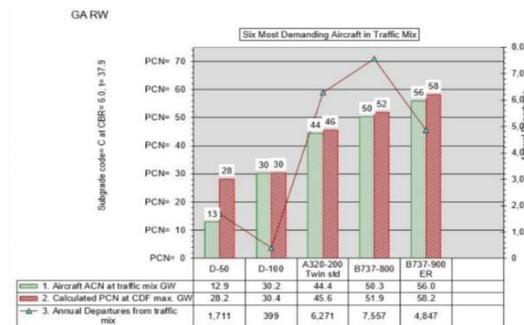
Struktur perkerasan dinilai mampu melayani beban akibat lalu lintas udara apabila nilai PCN (*Pavement Code Number*) lebih besar dari nilai ACN (*Aircraft Code Number*) tiap pesawat yang beroperasi di bandar udara tersebut. Program COMFAA ini digunakan untuk menentukan nilai PCN dengan mengikuti prinsip dan prosedur yang secara rinci tertera dalam standar terbaru yang diterbitkan oleh FAA yaitu *Advisory Circular AC 150/5335 – 5 C*. Informasi mengenai nilai PCN

selanjutnya dapat memberikan gambaran mengenai kondisi struktur perkerasan serta digunakan oleh operator bandar udara untuk menentukan strategi dan kebijakan dalam usaha pemeliharaan struktur perkerasan. Hasil Perbandingan Ketebalan Perkerasan dan Berat Pesawat



Gambar 5 Grafik Perbandingan Antara Nilai ACN Dan Nilai PCN

Pada gambar 5 menunjukkan grafik perbandingan antara nilai ACN dan nilai PCN. Terlihat bahwa seluruh nilai PCN > ACN yang menandakan kondisi struktur perkerasan yang baik. Pada grafik tersebut terlihat pula garis yang menunjukkan jumlah keberangkatan tahunan tiap pesawat. Apabila nilai PCN tertinggi memiliki nilai keberangkatan yang terlalu kecil maka nilai PCN yang lebih rendah dengan tingkat jumlah keberangkatan yang lebih proporsional bisa dijadikan nilai PCN.



Gambar 6 Perbandingan Perhitungan Manual FAA Dan Aplikasi FAARFIELD

Berikut adalah tabel perbandingan antara perhitungan menggunakan cara manual FAA dan menggunakan aplikasi FAARFIELD dan juga data eksisting yang ada di lapangan yang telah dilakukan yang tercantum pada tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4 Data di lapangan

Lapisan	Manual FAA	FAARFIELD & COMFAA	Eksisting
	Tebal Perkerasan	Tabel Perkerasan	Tabel Perkerasan

	(inch)	(cm)	(inch)	(cm)	(cm)
Permukaan (<i>surface course</i>) <i>Asphalt</i>	4	10,1 6	4	10,16	9,4
Pondasi atas (<i>base course</i>) <i>Chrushed Agregate</i>	6	15,2 4	12	30,48	63,9
Pondasi bawah (<i>subbase course</i>) <i>Gravelly</i>	25	63,5	18,29	46,45	54,6
PCN	59		58		57
Total	35	89	34,29	87,09	

KESIMPULAN

1. Dengan mengacu pada *Aerodrome Design Manual Doc. 9157 part 1* dan MOS 139 - KP 262 tahun 2017 maka di dapatkan dimensi untuk *turn pad area* yang direncanakan dengan luasan 165,72 m²
2. Dengan menggunakan metode FAA didapatkan total tebal perkerasan sebesar 35 inc atau 88,9 cm.
3. Dengan menggunakan program FAARFIELD *Advisory Circular AC 150/5320-6F Airport Pavement Design and Evaluation* didapatkan total tebal perkerasan sebesar 34,29 inc atau 87,09 cm.
4. Dengan menggunakan program COMFAA *Advisory Circular AC 150/5335-5C Standardized Method of Reporting Airport Pavement Strength PCN* di rencanakan dengan nilai PCN 58 F/C/X/T. Dengan hal ini, perkerasan *turn pad area* dapat menahan beban pesawat dengan nilai ACN tiap pesawat dibawah atau sama dengan nilai PCN rencana.

DAFTAR PUSTAKA

Agilent Technologies. 2011. *Advance Design System : Circuit Design Cookbook versi 2.0*.
 Balanis, Constantine A. 1997. *Antenna Theory : Analysis and design 2nd ed*. Canada : John Wiley & Sons, INC.

Bhartia, Ramesh dkk. 2001. *Microstrip Antenna Design Handbook*. London : Artech