

# Rancang Bangun Antena *Microstrip Patch* Untuk Aplikasi *Ground Air Defence* Pada Frekuensi Kerja 2.70 – 3.10 GHz

Try Putra Wibowo, Ratih Paramitha, Muhammad Aufa Irsyaddin ,  
Fitri Yuli Zulkifli

Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik  
Universitas Indonesia, Depok, Indonesia

## Abstrak

Radar *Ground Air Defence* dapat digunakan untuk melakukan pengawasan wilayah udara terhadap intrusi pesawat udara asing. Salah satu komponennya adalah antena. Antena dirancang menggunakan spesifikasi rekomendasi ITU-R M.1464-1 Radar J. Telah dilakukan desain dan simulasi antena menggunakan perangkat lunak CST. Antena yang diusulkan berupa *microstrip patch* dengan teknik perturbasi serta modifikasi slot dengan kemiringan 45°. Hasil simulasi menunjukkan antena memiliki frekuensi yang beroperasi pada 2.85 – 3.12 GHz, dengan *bandwidth* sebesar 270 MHz. Hasil pengukuran menunjukkan antena bekerja pada frekuensi 2.87 – 3.19 GHz dengan *bandwidth* sebesar 320 MHz. Antena juga memiliki polarisasi melingkar dengan *axial ratio bandwidth* sebesar 59 MHz. Antena susun yang dirancang memiliki *beamwidth* vertikal dan *beamwidth* horizontal sebesar masing-masing 1.4°, dengan gain sebesar 42.8 dBi.

## 1. Introduksi

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terdiri dari 17.504 pulau, dengan luas sekitar 1.919.440 km<sup>2</sup>, yang dikelilingi oleh lautan[1]. Diperlukan pengawasan wilayah untuk mempertahankan keamanan wilayah udara negara.

Berdasarkan data Kohanudnas, pada tahun 2015 didapati jumlah pelanggaran udara di Indonesia oleh pesawat asing sebanyak 193 penerbangan. Ada juga insiden di Bawean dimana pesawat terbang US Navy terbang tanpa izin memasuki wilayah udara Negara Kedaulatan Republik Indonesia[2]. Adanya titik buta pada pengawasan wilayah udara Indonesia disebabkan oleh kurangnya jumlah radar pengawasan udara yang dimiliki. Radar menjadi kebutuhan yang esensial bagi pertahanan kedaulatan wilayah udara Negara Kesatuan Republik Indonesia.

Perkembangan radar *ground-air defence* terbaru telah dilakukan oleh Jepang dan Eropa. Perusahaan Jepang Furuno telah mengembangkan radar pertahanan yang bekerja pada X-band maupun S-band, yaitu model FR-2155-B/2125-B/2155-B/2135S-B. Sistem radar pada model tersebut memiliki spesifikasi frekuensi kerja 3050 MHz pada S-band, memiliki *beamwidth* horizontal 1.8° dan *beamwidth* vertikal 25°; dimana *beamwidth* bersudut kecil dibutuhkan untuk melakukan pendeteksian dengan

akurasi tinggi dengan jarak jangkauan yang jauh[3]. Sedangkan perusahaan Eropa, yaitu Indra Company juga telah mengembangkan radar pertahanan, yakni *primary surveillance* 2D S-Band radar. Spesifikasi yang dimiliki oleh antena pada sistem radar tersebut adalah memiliki frekuensi kerja pada frekuensi S-band antara 2.7-2.9 GHz, *gain* antena sebesar 34 dB, *beamwidth* horizontal 1.35° dan *beamwidth* vertikal 4.5° dengan polarisasi melingkar atur tangan kanan dan linear pada sisi vertikal. Sistem radar ini dapat pula diterapkan pada kapal[4].

Pada penelitian ini dilakukan perancangan antena radar untuk aplikasi Radar J *ground air defence* dengan material substrat Epoxy FR-4 dengan konstanta dielektrik 4.3 dan diharapkan dapat bekerja sesuai Tabel 1. Antena radar dengan polarisasi melingkar dapat melakukan pengawasan udara pada berbagai kondisi cuaca. Polarisasi melingkar dapat dicapai dengan melakukan perturbasi pada desain antena polarisasi linier, yaitu dengan memotong antena pada dua bagian sudut *patch* yang berbentuk persegi, serta memberi slot pada *patch*[5]. Spesifikasi yang menjadi acuan untuk antena ini mengikuti rekomendasi ITU-R M.1464-1 Radar J[6].

Tabel 1. Spesifikasi Radar J rekomendasi ITU-R.M.1464-1

No	Parameter	Batasan
1.	<i>Bandwidth</i> (-10 dB)	10 MHz
2.	<i>Beamwidth</i> Horizontal	1.1°-2°
3.	<i>Beamwidth</i> Vertikal	1.5°-30°
4.	Gain	>40 dB
5.	Polarisasi	Melingkar
6.	<i>Side Lobe Level</i>	<-10dB
7.	Frekuensi	2.70-3.10 GHz

## 2. Antena Elemen Tunggal

Pada antena *microstrip patch* polarisasi melingkar dengan *feed* tunggal, diperlukan perturbasi pada antena agar terjadi dua mode degenerasi dengan amplitude yang sama dan perbedaan fasa sebesar 90°[7]. Luas perturbasi dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$\frac{\Delta S}{S} = \frac{1}{2Q} \quad (1)$$

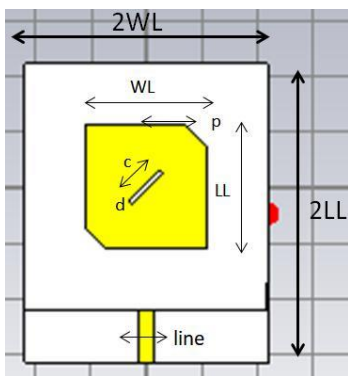
Dimana  $\Delta S$  adalah perubahan area pada patch normal, dan  $Q$  adalah quality factor, yang nilainya dapat dihitung melalui persamaan:

$$Q = \frac{VSWR-1}{BW\sqrt{VSWR}} \quad (2)$$

Melalui perhitungan dari rumus-rumus diatas, dimensi antenna hasil perhitungan dapat ditemukan dalam Tabel 2. Gambar desain antenna dapat dilihat pada Gambar 1.

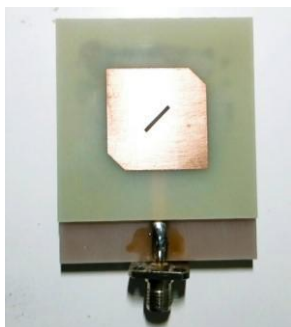
Tabel 2. Dimensi antenna elemen tunggal hasil perhitungan

No.	Parameter	Simbol	Dimensi (mm)
1.	Lebar Patch	WL	23.962
2.	Panjang Patch	LL	23.962
3.	Panjang inset-line	$Y_0$	9.292
4.	Lebar feed-line	Line	2.98
5.	Jarak perturbasi sudut	P	3.8
6.	Panjang slot	C	7.794
7.	Lebar slot	D	0.86



Gambar 1. Desain antenna

Setelah dilakukan simulasi menggunakan CST dan fabrikasi antenna yang diperlihatkan pada Gambar 2, maka antenna diukur parameternya menggunakan Vector Network Analyzer.



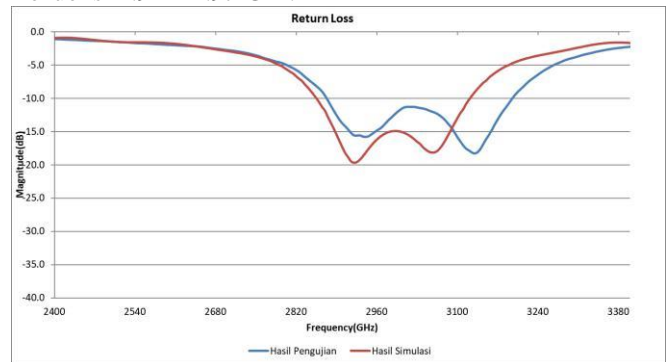
Gambar 2. Antena elemen tunggal hasil fabrikasi

Performa dari antenna dapat dilihat pada Gambar 3 sampai Gambar 5. Hasil simulasi menunjukkan antenna beroperasi pada frekuensi 2.85 – 3.12 GHz, dengan bandwidth sebesar

### 3. Antena Susun

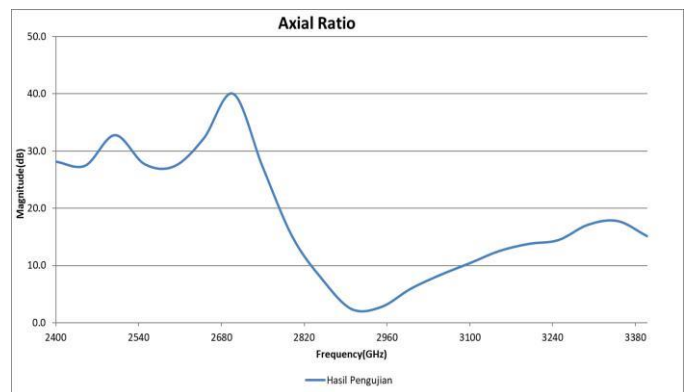
Antena elemen tunggal itu sendiri tidak dapat memenuhi semua spesifikasi radar, sehingga perlu

270 MHz. Hasil pengukuran menunjukkan antenna bekerja pada frekuensi 2.87 – 3.19 GHz dengan bandwidth sebesar 320 MHz. Antena juga memiliki polarisasi melingkar dengan axial ratio bandwidth sebesar 59 MHz pada frekuensi 2.94 – 2.97 GHz.

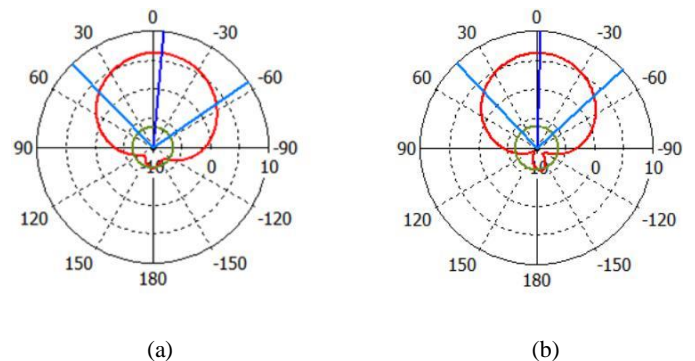


Gambar 3. Return Loss Hasil Pengujian dibandingkan Hasil Pengukuran

Hasil simulasi pola radiasi dapat dilihat pada Gambar 5 Beamwidth horizontal antenna adalah sebesar 99.3° sementara untuk beamwidth vertikal sebesar 90.8°. Gain terbesar antenna terletak pada arah -5° horizontal dan -2° vertikal dengan nilai sebesar 6.25 dBi. Terdapat kemiripan antara hasil simulasi dengan hasil pengukuran.



Gambar 4. Axial Ratio (dB) terhadap frekuensi



Gambar 5. Pola Radiasi Horizontal(a) dan Vertikal(b) Antena Elemen Tunggal

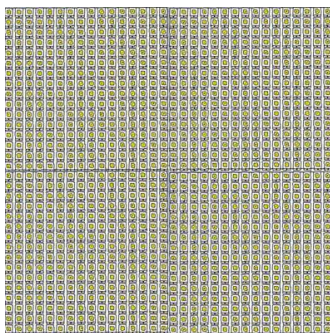
dilakukan pembuatan antenna susun. Dalam tulisan ini, antenna disusun menggunakan antenna susun mikrostrip sejenis dengan jarak setiap elemen sebesar 0,6 λ. Konfigurasi susunan yang diusulkan telah disimulasikan

menggunakan *array wizard* CST dengan port masing-masing pada setiap elemen. Hasil simulasi pola radiasi dari antenna susun dapat dilihat pada Tabel 3.

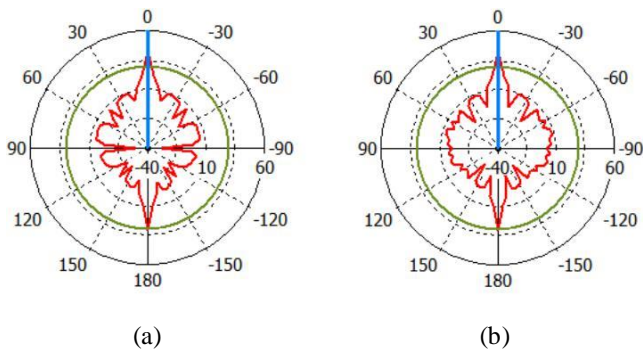
Tabel 3. Hasil Simulasi Antena Susun

No.	Banyak Elemen	Gain (dBi)	Beamwidth Horizontal(°)	Beamwidth Vertikal(°)	Sidelobe Level(dB)
1	16×16	30.3	5.4	5.4	-13.2
2	48×48	42.8	1.4	1.4	-12.7

Desain serta pola radiasi antenna susun 48×48 dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7. Pada kondisi array 48×48, pada bidang horizontal dan vertikal didapatkan gain (main lobe magnitude) sebesar 42.8 dBi dengan *beamwidth* sebesar 1.4 derajat dan *side lobe* sebesar -12.7 dB. Hasil ini memenuhi spesifikasi yang dibuat.



Gambar 2. Antena Susun 48×48



Gambar 3. Pola Radiasi Horizontal(a) dan Vertikal(b) Antena Susun 48×48

#### 4. Kesimpulan

Antena untuk aplikasi ground air defence telah di desain, difabrikasi dan diukur. Hasil simulasi menunjukkan bahwa antenna elemen tunggal beroperasi pada frekuensi 2.85 – 3.12 GHz dengan *bandwidth* sebesar 270 MHz, memiliki polarisasi melingkar, dengan *axial ratio* bandwidth sebesar 59 MHz. Hasil pengukuran antenna elemen tunggal menunjukkan bahwa antenna beroperasi pada frekuensi 2.87 – 3.19 MHz dengan bandwidth sebesar 320 MHz. Spesifikasi

dicapai dengan melakukan penyusunan antenna elemen tunggal seragam. Hasil simulasi antenna susun 48×48 menunjukkan perolehan Gain sebesar 42.8 dBi, *beamwidth* horizontal dan vertikal sebesar 1.4°, dan *sidelobe* level

sebesar -12.7 dB. Hasil ini memenuhi spesifikasi yang ditentukan sehingga antenna yang dirancang dapat memenuhi kebutuhan rekomendasi ITU-R M.1464-1 Radar J.

#### Daftar Acuan

- [1] Kemenko Kemaritiman RI, “Maritim - PBB Verifikasi 16.056 Nama Pulau Indonesia,” *Kemenko Kemaritiman RI*, 19-Aug-2017. [Online]. Available: <https://maritim.go.id/pbb-verifikasi-16-056-nama-pulau-indonesia>. [Accessed: 24-Nov-2017].
- [2] Chappy Hakim, “Pelanggaran Wilayah Udara Nasional,” *Chappy Hakim*, 05-Oct-2017. [Online]. Available: <https://www.chappyhakim.com/pelanggaran-wilayah-udara-nasional>. [Accessed: 26-Nov-2017].
- [3] Furuno USA, “FR2115,” FR2115. [Online]. Available: <https://www.furunousa.com/en/products/FR2115>. [Accessed: 24-Nov-2017].
- [4] Indra Company, “PRIMARY SURVEILLANCE 2D S band RADAR,” *Indra Company*, [Online]. Available: <https://www.indracompany.com/sites/default/files/indra-primary-surveillance-radar.pdf>. [Accessed: 26-Nov-2017].
- [5] M. Singh and A. De, "Analysis and design of rectangular perturbed corner microstrip patch antenna," *IEEE iWEM2011, Taipei, 2011*, pp. 38-42.
- [6] “RECOMMENDATION ITU-R M.1464-1.” The ITU Radiocommunication Assembly, Geneva, Swiss, 2000.
- [7] M. Davidovitz, “Perturbation formulas for microstrip patch arrays and elements,” *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 47, no. 3, pp. 536–541, 1999