

Desain Antena *Hexagonal Patch Array* untuk Peningkatan *Gain* dan *Bandwidth* pada Frekuensi 2,4 GHz

Herma Nugroho R A K

Politeknik Kota Malang

Jl. Tlogowaru No 3Kedungkandang Malang, (0341) 754088

e-mail: hnuagroho81@gmail.com

Abstrak – Pada penelitian ini telah didesain antena *hexagonal single patch* dan *hexagonal patch array* yang dapat digunakan sebagai perangkat antena untuk menangkap gelombang radio (RF) pada frekuensi 2,4 GHz pada *Wireless Local Area Network* (WLAN). Desain antena dilakukan menggunakan *software* CST 2015 (*Student Version*) *Microwave studio*. Parameter pengujian antena *hexagonal patch array* meliputi *return loss*, *gain*, dan *bandwidth*. Metode yang digunakan adalah pemodelan *transmission line* dan *corporate feed line* untuk pengaturan perubahan jarak antar *patch* antena. Perubahan variabel juga diteliti pengaruhnya terhadap parameter antena khususnya *gain* antena. Nilai parameter antena hasil simulasi antena *hexagonal patch array* menunjukkan nilai *return loss* adalah -20,081 dB, *gain* sebesar 3,51 dB, *bandwidth* adalah 0,05 GHz. Sedangkan nilai parameter antena hasil simulasi antena *hexagonal patch array* menunjukkan nilai *return loss* adalah -33,94 dB, *gain* sebesar 5,55 dB, *bandwidth* adalah 0,08 GHz.

Kata kunci: *patch*, *array*, *return loss*, *gain*, *bandwidth*

1. Pendahuluan

Salah satu komponen penting dalam teknologi telekomunikasi khususnya teknologi tanpa kabel (*wireless*) adalah antena. Antena merupakan suatu sarana yang digunakan untuk memancarkan dan menerima gelombang elektromagnetik [1]. Desain antena untuk mendukung teknologi *wireless* terus dikembangkan karena perkembangan teknologi ini semakin pesat untuk bermacam-macam aplikasi misalnya untuk aplikasi *Wireless Local Area Network* (WLAN).

Saat ini aplikasi WLAN dibedakan menjadi 2 macam yaitu *indoor* dan *outdoor*. Di area *indoor* WLAN banyak digunakan di area perkantoran (ruang rapat, ruang kerja), kampus (perpustakaan, ruang seminar, ruang kelas), *hot spot* (kafe, *executive lounge*, ruang tunggu, kantin). Sedangkan *outdoor* WLAN banyak dipakai untuk menghubungkan antar gedung, jaringan di taman, perkotaan, tempat parkir, jalan raya dan lain sebagainya. Berdasarkan jenis aplikasi WLAN tersebut maka diperlukan antena yang mampu memberikan kinerja yang baik terutama dalam kecepatan mentransmisikan data. Selain itu, antena juga harus memiliki desain yang simpel dan ukuran yang relatif kecil.

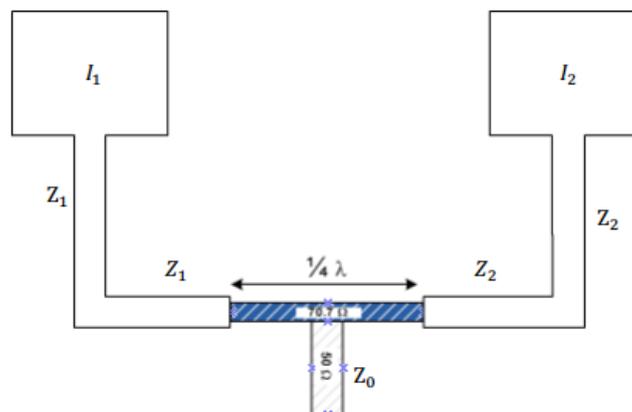
Kinerja antena yang baik akan mempengaruhi kualitas sinyal yang diterima, sehingga berdampak pada kecepatan data teknologi WLAN. Oleh karena itu untuk mendukung teknologi WLAN dengan kecepatan tinggi diperlukan antena yang memiliki karakteristik *bandwidth* dan *gain* yang besar [2]. Salah satu pilihan antena yang sesuai dengan kriteria tersebut adalah antena mikrostrip. Beberapa keuntungan antena mikrostrip adalah dapat diterapkan untuk komunikasi *wireless* misalnya pada telemetri, radar, sistem GPS dan pemandu senjata secara otomatis. Sedangkan kelemahannya adalah memiliki band frekuensi yang terbatas, tidak bisa digunakan pada daya operasi yang besar dan memerlukan ketelitian yang tinggi dalam desain dan implementasi.

Berdasarkan hasil penelitian antenna mikrostrip sebelumnya, tentang desain antenna *hexagonal fractal array* dengan metode *feeding* koaksial menunjukkan bahwa pada frekuensi 2,4 GHz iterasi pertama masih relatif kecil yaitu *gain* sebesar 3,28 dB [3], sehingga diperlukan suatu metode desain untuk peningkatan *gain* antenna.

Secara garis besar metode desain yang digunakan pada antenna mikrostrip *array* adalah metode *corporate feed line* dan *series feed line*. Berdasarkan penelitian sebelumnya bahwa metode *series feed line* memiliki beberapa kelemahan antara lain nilai *gain* dan *return loss* yang rendah. Sedangkan pada *corporate feed line* memiliki beberapa kelebihan antara lain mudah dalam implementasi, adanya kontrol daya pada saluran tiap elemen, *gain* dan *return loss* yang besar [4]. Fokus pada penelitian ini adalah desain antenna dengan *patch hexagonal array* untuk peningkatan *gain* dan *bandwidth* yang diaplikasikan pada WLAN.

2. Metodologi Penelitian

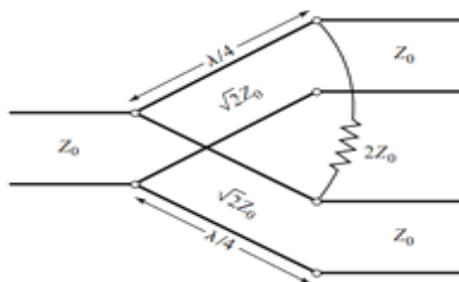
Penggambaran tentang metode *corporate feed line* dapat dijelaskan pada *feed* antenna *array* linear dengan 2 *patch* antenna sesuai Gambar 1



Gambar 1. Dua *patch* linear *array* dengan *corporate feed* [5]

Metode *corporate feed line* digunakan secara umum dan banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang. Metode ini memiliki kontrol saluran di setiap *patch* dan sesuai pada penggunaan saluran yang meruncing kedua ujungnya atau pada transformer $\frac{1}{4}$ panjang gelombang (λ) antenna. Pada penelitian ini elemen *patch* dihubungkan dengan saluran pencatu dengan metode impedansi transformer $\frac{1}{4} \lambda$ atau sering disebut teknik pembagi daya Wilkinson.

Setiap elemen yang sama dari *patch* antenna memiliki resistansi input R_{in} . Elemen resistansi ini akan *matched* dengan impedansi saluran transmisi Z_1, Z_2 dan arus pada masing-masing *patch* (I_1 dan I_2) yang digunakan untuk pembagian daya. Hal ini dapat dilakukan dengan teknik pembagian daya Wilkinson. Karakteristik impedansi $\sqrt{2} Z_0$ dan isolasi *lumped* resistor $2 Z_0$ dengan kondisi semua *port* bernilai sama $Z_1 = Z_2 = Z_0$ [6].

Gambar 2. Rangkaian ekivalen *line transmisi Wilkinson* [6]

3. Hasil dan Analisis

3.1. Desain Antena *Hexagonal Single Patch*

Desain awal antena mikrostrip yang dirancang adalah antena mikrostrip *hexagonal single patch* pada frekuensi 2,4 dengan metode pencatutan *feed line*. Substrat yang digunakan adalah FR4 Epoxy dengan konstanta dielektrik (ϵ_r) sebesar 4,3 dengan ketebalan substrat yaitu 1,5 mm. Bahan *patch* adalah dari tembaga dengan ketebalan 0,5 mm. Perancangan antena tersebut menggunakan *software Computer Simulation Technology (CST) 2015 Microwave Studio (Student Version)*. Antena yang dirancang memiliki dimensi 30,5 x 38,5 mm.

Sebelum menentukan dimensi *patch* antena maka terlebih dahulu ditentukan panjang gelombang diruang bebas (λ_0) dengan perambatan ruang bebas (c) sebesar 3×10^8 m/s pada frekuensi kerja 2,4 GHz. Sesuai persamaan (1) [1] berikut diperoleh nilai λ_0 sebesar 125 mm.

$$\lambda_0 = \frac{c}{f} \quad (1)$$

Selanjutnya dilakukan penghitungan dimensi elemen peradiasi antena yang terdiri dari panjang sisi *hexagonal* antena (s), lebar (W) dan panjang (L) [1][7]. Panjang sisi *hexagonal* antena dan lebar antena dapat dihitung menggunakan persamaan (2) dan (3) sebesar 19,4 mm dan 38,5 mm

$$s = \frac{c}{3.1033 f_r \sqrt{\epsilon_r}} \quad (2)$$

$$W = \frac{c}{2f_r \sqrt{(\epsilon_r + 1)/2}} \quad (3)$$

Untuk menentukan panjang (L) *patch*, maka terlebih dahulu ditentukan nilai konstanta dielektrik (ϵ_{reff}) dan nilai panjang tambahan ΔL menggunakan persamaan (4) (5)

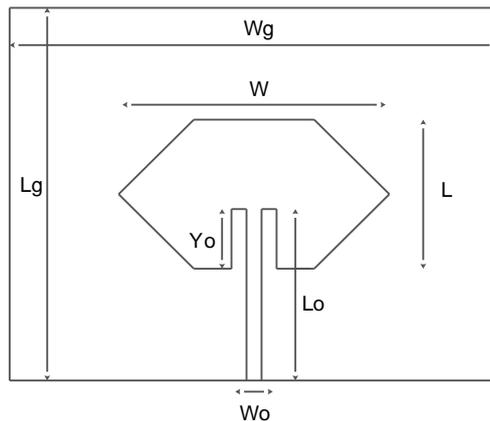
$$\epsilon_{reff} = \frac{(\epsilon_r + 1)}{2} + \frac{(\epsilon_r - 1)}{2} \left[1 + 12 \frac{h}{W} \right]^{-1/2} \quad (4)$$

$$\frac{\Delta L}{h} = 0,412 \frac{(\epsilon_{reff} + 0,3) + \frac{W}{h} + 0,264}{(\epsilon_{reff} - 1,258) (\frac{W}{h} + 0,8)} \quad (5)$$

$$L_{reff} = \frac{c}{2f_r \sqrt{\epsilon_{reff}}} \quad (6)$$

$$L = L_{reff} - 2\Delta L \quad (7)$$

Berdasarkan hasil perhitungan dari persamaan (6) dan (7) diperoleh panjang *patch* sebesar 30,5 mm. Hasil perhitungan dari persamaan-persamaan tersebut kemudian diaplikasikan ke dalam simulasi antena menggunakan *software CST Microwave studio*. Geometri antena mikrostrip sesuai persamaan tersebut ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain antenna *hexagonal single patch*

Hasil dari desain ukuran geometri antenna *hexagonal single patch* ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Ukuran dimensi antenna *hexagonal single patch*

Dimensi Antena	Keterangan	Ukuran (mm)
L	Panjang <i>patch</i>	30,5
W	Lebar <i>patch</i>	38,5
W_0	Lebar saluran transmisi / <i>feedline</i>	2,8
S	Panjang sisi <i>hexagonal</i>	19,4
W_g	Lebar minimum <i>ground plane</i>	47,5
L_g	Panjang minimum <i>ground plane</i>	42
Y_0	Panjang saluran <i>matching impedansi</i>	11,06

3.2. Desain Antena *Hexagonal Patch Array*

Desain antenna *hexagonal patch array* mengacu pada antenna *hexagonal single patch* yaitu pada ukuran *patch*, lebar *patch* dan *groundplane*. Sedangkan hal yang membedakan antara keduanya adalah terletak pada panjang dan lebar saluran antara *patch*. Kedua parameter tersebut dapat ditentukan dari persamaan berikut

$$l = \frac{1}{4} \lambda_g \tag{8}$$

dengan,

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{eff}}} \tag{9}$$

Sedangkan lebar saluran pencatu (W_0) adalah

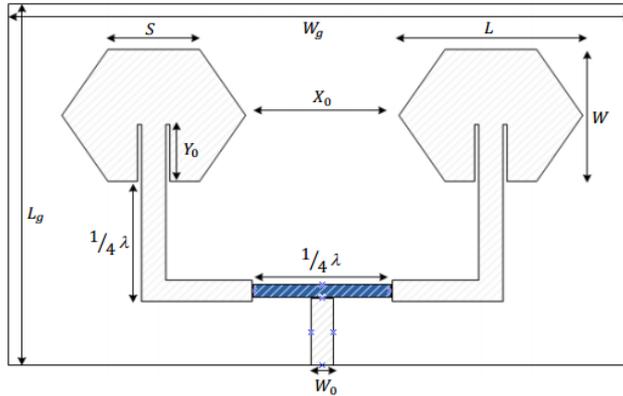
$$W_0 = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r + 1} \left[\ln(B - 1 + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r}) \right] \right\} \tag{10}$$

dengan,

$$A = \frac{\epsilon_r}{80} \left(\frac{\epsilon_r}{\epsilon_r - 1} \right)^{1/2} + \frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r + 1} \left\{ 0,23 + \frac{0,21}{\epsilon_r} \right\} \tag{11}$$

$$B = \frac{80 \pi^2}{z_0 \sqrt{\epsilon_r}} \tag{12}$$

Geometri antenna mikrostrip sesuai persamaan tersebut ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Desain antenna *hexagonal patch array*

Hasil dari desain ukuran geometri antenna *hexagonal patch array* ditunjukkan pada Tabel 2

Tabel 2. Ukuran dimensi antenna *hexagonal patch array*

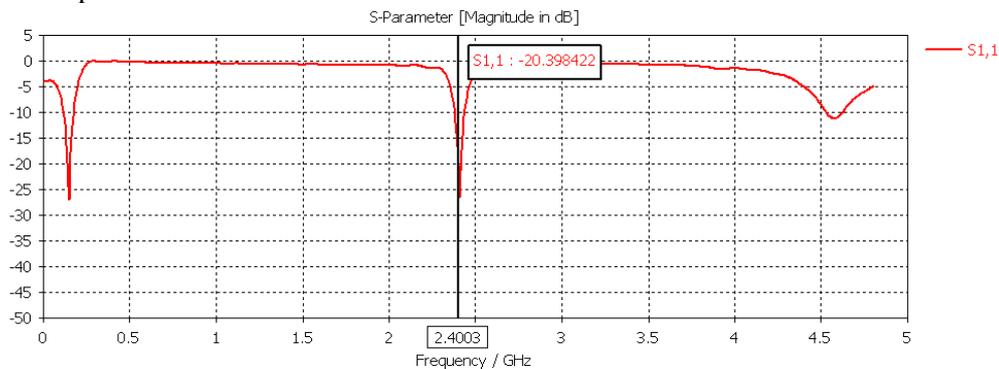
Dimensi Antena	Keterangan	Ukuran (mm)
L	Panjang <i>patch</i>	30,5
W	Lebar <i>patch</i>	38,5
W_0	Lebar saluran transmisi / <i>feedline</i>	2,8
S	Panjang sisi <i>hexagonal</i>	19,4
W_g	Lebar minimum <i>ground plane</i>	47,5
L_g	Panjang minimum <i>ground plane</i>	42
Y_0	Panjang saluran <i>matching impedansi</i>	11,06
X_0	Jarak antar sisi elemen	24

3.3. Hasil Simulasi Antena *Hexagonal Single Patch dan Patch Array*

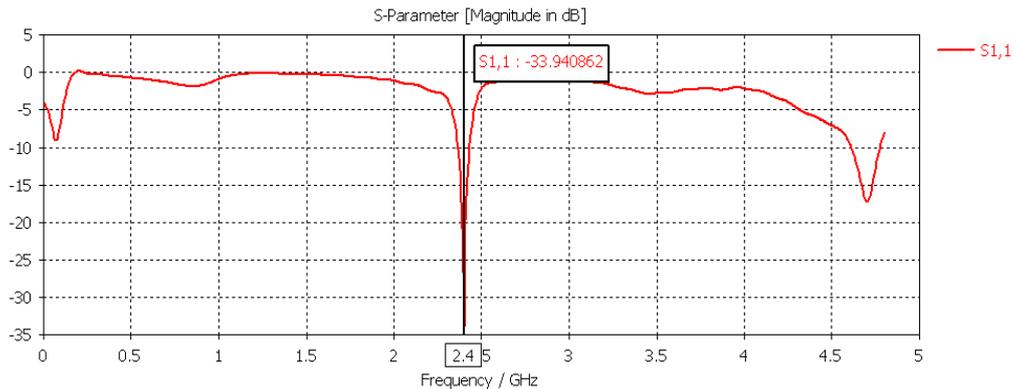
Setelah dilakukan simulasi terhadap kedua desain antenna tersebut, didapatkan parameter-parameter berikut:

3.3.1. Return Loss

Hasil simulasi *return loss* dari antenna mikrostrip *hexagonal single patch dan patch array* ditunjukkan pada Gambar 5 dan Gambar 6



Gambar 5. Hasil simulasi *return loss* antenna mikrostrip *hexagonal single patch* pada frekuensi 2,4 GHz



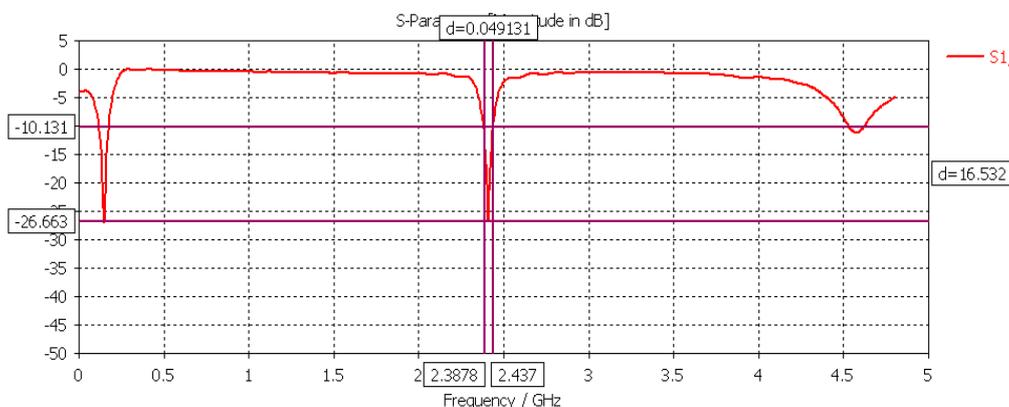
Gambar 6. Hasil simulasi *return loss* antenna mikrostrip *hexagonal patch array* pada frekuensi 2,4 GHz

Berdasarkan Gambar 5 dan Gambar 6, hasil simulasi pengukuran *return loss* dari kedua antenna, maka pada antenna *hexagonal single patch* didapatkan nilai *return loss* - 20,081dB. Sedangkan pada antenna *hexagonal patch array* diperoleh nilai *return loss* - 33, 94 dB. Nilai *return loss* dari kedua antenna berada jauh dibawah -10 dB yang merupakan batas nilai *return loss* yang artinya daya yang dipantulkan sangat sedikit dan mendekati kondisi yang *match* antara *transmitter* dan beban/antena.

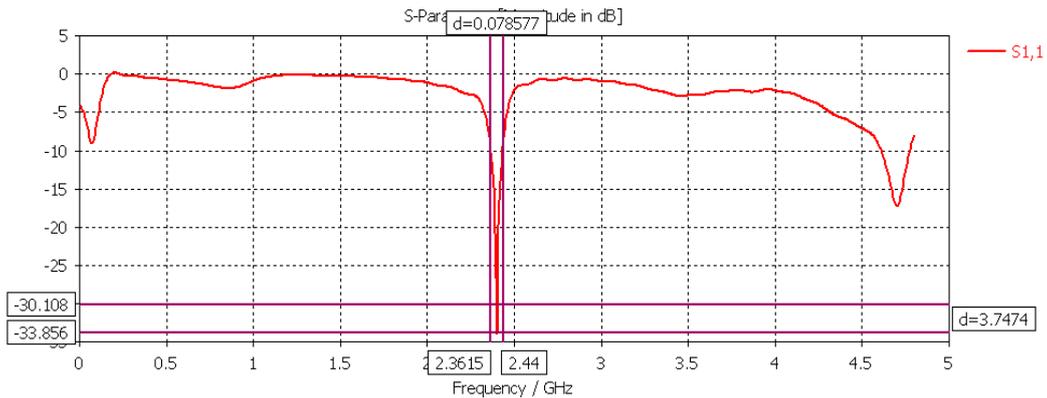
3.3.2. Bandwidth (BW)

Bandwidth antenna merupakan *range* frekuensi antenna dengan beberapa karakteristik, sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Berdasarkan Gambar 7 dan 8 dapat diketahui nilai *bandwidth* suatu antenna dengan cara menghitung selisih dari *range* frekuensi kerja atas (f_u) dan frekuensi kerja bawah (f_l) sesuai persamaan 13

$$BW = f_u - f_l \tag{13}$$



Gambar 7. Hasil simulasi *bandwidth* antenna mikrostrip *hexagonal single patch* pada frekuensi 2,4 GHz



Gambar 8. Hasil simulasi *bandwidth* antenna mikrostrip *hexagonal patch array* pada frekuensi 2,4 GHz

Selanjutnya hasil perhitungan nilai *bandwidth* kedua antenna (*hexagonal single patch* dan *hexagonal patch array*) ditunjukkan seperti pada Tabel 3

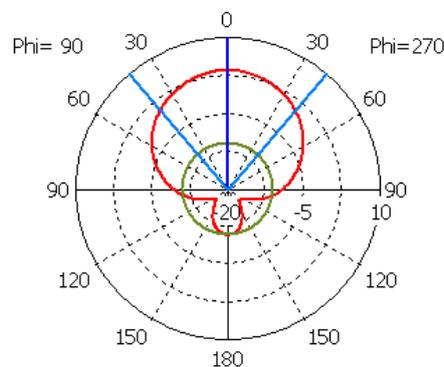
Tabel 3. Hasil simulasi antenna *hexagonal single patch* dan *hexagonal patch array*

Hasil Simulasi	Frekuensi Resonansi (GHz)	Bandwidth (GHz)
Antena Hexagonal Single Patch	2,38 – 2,43	0,05
Antena Hexagonal Patch Array	2,36 – 2,44	0,08

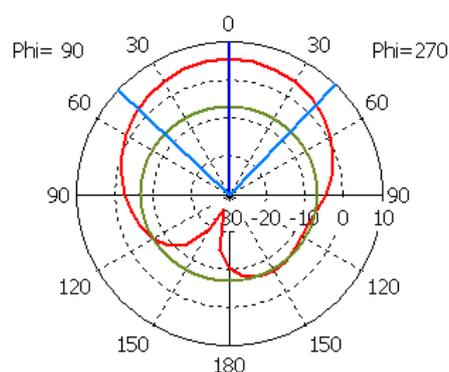
Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai *bandwidth* antenna *hexagonal patch array* lebih besar atau mengalami peningkatan 37,5% dibandingkan dengan antenna *hexagonal single patch*. *Bandwidth* antenna *hexagonal patch array* adalah 0,08 GHz dan antenna *hexagonal single patch* sebesar 0,05 GHz.

3.3.3. Gain

Gain dari hasil simulasi dapat diperoleh dari grafik polar yang dapat dilihat dari *magnitude main lobe* yang dihasilkan oleh pola radiasi kedua antenna mikrostrip *hexagonal single patch* dan *hexagonal patch array* seperti pada Gambar 9 dan Gambar 10.



Gambar 9. Pola radiasi antenna mikrostrip *hexagonal single patch*



Gambar 10. Pola radiasi antenna mikrostrip *hexagonal patch array*

Gambar 9 menunjukkan *gain* antenna *hexagonal single patch* 3,51 dB, nilai *Half Power Beam Width* (HPBW) yang diperoleh adalah $80,3^\circ$. HPBW adalah lebar sudut yang memisahkan dua titik setengah daya pada pancaran utama dari pola radiasi. Titik penurunan setengah daya terletak pada 3 dB. Nilai *side lobe level* (*lobe* kecil yang ada di dekat *main lobe*) pada pola radiasi antenna adalah -14,4 dB. Sedangkan Gambar 10 menunjukkan *gain* antenna *hexagonal patch array* yaitu 5,55 dB, HPBW sebesar $90,5^\circ$ dan *side load level* -12,4 dB.

Berdasarkan Gambar 9 dan 10 dapat diketahui pula bahwa *gain* pada antenna hexagonal yang disusun secara array mengalami peningkatan sebesar 36,75% dibandingkan antenna *hexagonal single patch*.

4. Kesimpulan

Dalam penelitian ini, telah dilakukan desain antenna *hexagonal single patch* dan *hexagonal patch array*. Metode yang digunakan untuk mendesain antenna *hexagonal patch array* adalah metode *Corporate Feed Line*. Berdasarkan perbandingan parameter dari kedua antenna tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan *patch* antenna berpengaruh terhadap nilai *gain* dan *bandwidth*. Pada penelitian ini terjadi peningkatan nilai *gain* pada antenna *hexagonal patch array* yaitu 5,55 dB atau 36,75% dibandingkan antenna *hexagonal single patch*. Sedangkan peningkatan nilai *bandwidth* adalah 37,5 % dibandingkan antenna *hexagonal single patch*. Selanjutnya untuk pengembangan penelitian ke depan adalah dapat digunakan metode desain lain misalnya *series feed*, FDTD dan juga bisa dilakukan penambahan *patch* antenna

Acknowledgment

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Isnandar selaku Direktur Politeknik Kota Malang yang telah memberikan arahan, masukan dan membimbing penulis dalam menyelesaikan penelitian mandiri ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak/Ibu Dosen TIM LP2M dan TIM Teknik Telekomunikasi yang telah memberikan dukungan dan saran yang membangun kepada penulis.

Daftar Pustaka

- [1] Constantine A., Balanis, *Antena Theory: Analysis Design, Third Edition*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2005.
- [2] Casu G, Moraru C and Kovacs A. Design and Implementation of Microstrip Antenna Array. *IEEE*. 2014.
- [3] Kadam Suresh S, Mathpati Mahesh S. High Gain Compact Hexagonal Fractal Antenna. *IOSR Journal of Electronics and Communications Engineering (IPSR-JECE)*. 2014; Vol. 9. Issue 6. PP 74-77
- [4] Huque, Tanvir., Al-Amin Choudhury., K Hosain and Shah Alam. Performance Analysis of Corporate Feed Rectangular Element and Circular Patch Element 4x2 Microstrip Array Antenna. *International Journal of Advanced Computer Science and Application (IJACSA)*. 2011; Vol.2. No.8
- [5] Brancroft, R, *Microstrip and Printed Antenna Design*, 2nd Edition, USA: Scitech Publishing, Inc, 2009
- [6] Pozar, David M, *Microwave Engineerin*, Fourth Edition, USA, 2011.
- [7] Basu S, Srivastava A and Goswami A. Dual Frequency Hexagonal Microstrip Patch Antenna, *International Journal of Scientific and Research Publications*. 2013; Vol 3 Issues 7