

Struktur *Split Ring Resonator* (SRR) sebagai *Electromagnetic Bandgap* (EBG) pada Antena Susun *Patch* Persegi

Sugih Pangersa¹, Mochamad Yunus², Evyta Wismiana³

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pakuan, Bogor

¹email : sugihpangera@gmail.com

^{2,3}Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pakuan, Bogor

²email : mochyunus@unpak.ac.id; ³email : evytawismiana@unpak.ac.id

Abstrak – Struktur *Electromagnetic Bandgap* (EBG) dalam bentuk *Split Ring Resonator* (SRR) telah disimulasikan. Struktur baru dalam EBG ini adalah *mushroom-like* dengan masing-masing elemen terdiri dari cabang *split ring* yang disisipkan diantara antena susun untuk mengurangi kopling gandeng. Kopling gandeng mempengaruhi gain antena. Frekuensi kerja antena yang diusulkan adalah 2,30-2,35 GHz. Teknik ini dapat meningkatkan gain lebih dari 2 dB mengurangi kopling gandeng sebesar 3,4 dB. Antena susun dapat diaplikasikan dalam WIFI/WIMAX, dan aplikasi nirkabel lainnya.

Kata kunci: *Split Ring Resonator* (SRR), *Electromagnetic Bandgap* (EBG), Kopling gandeng, Antena susun

Abstrak – *Electromagnetic Bandgap Structure* (EBG) with *Split Ring Resonator* (SRR) shape, which is inserted to the rectangular patch planar array is simulated. The new structures in the EBG are mushroom-like with each element consisting of a branch of a split ring to reduce mutual coupling. This adversely affects the antenna gain. The operating frequency of the antenna is 2.30-2.35GHz. This technique can reduce the mutual coupling of 3.4 dB and increase the gain of more than 2 dB. The antenna array can be applied in WIFI/WIMAX and other wireless applications.

Keywords: *Split Ring Resonator* (SRR), *Electromagnetic Bandgap* (EBG), mutual coupling, antenna array

1. Pendahuluan

Penelitian ini dilakukan untuk meningkatkan gain antena dengan perancangan antena susun *patch* persegi menggunakan metode *Electromagnetic Bandgap* (EBG) yaitu untuk mengurangi kopling gandeng. Li Yang et.al. menggunakan EBG struktur spiral resonator (SR) untuk mereduksi kopling gandeng pada antena susun *patch* persegi [8]. Pada antena susun *patch* persegi disisipkan struktur *Split-Ring Resonator* (SRR) yang fungsinya sebagai EBG. Tahapan proses diawali dengan perhitungan matematis untuk antena, kemudian disimulasikan dengan bantuan *software CST Microwave*

Studio. Desain antena susun *patch* persegi yang disisipi EBG struktur SRR mampu menghasilkan karakteristik antena dengan bandwidth pada $VSWR \leq 1,5$.

Struktur EBG ini mencegah propagasi antena pada frekuensi kerja tertentu. Dengan struktur khusus ini, EBG telah dilakukan penelitian dalam berbagai aplikasi antena untuk meningkatkan gain antena, mengurangi kopling gandeng pada elemen antena susun, efisiensi antena dengan harga ekonomis, dan lain-lain. Struktur EBG dapat digunakan untuk memecahkan masalah yang timbul ketika antena yang dipasang dekat dengan garis pencatu (*conducting plane*), masalah yang mencakup menurunkan kinerja antena saat dipasang dekat dengan garis pencatu karena kopling dengan bidang pentanahan (*ground plane*). [1]

2. Penggunaan Struktur EBG Aplikasi Rekayasa Antena

Sifat elektromagnetik yang tidak biasa dari struktur EBG telah menyebabkan banyak aplikasi di rekayasa antena. Aplikasi ini meliputi :

2.1 Penekanan permukaan gelombang

Permukaan gelombang umumnya dibuat di atas permukaan yang dilapisi dielektrik, seperti pada kasus energi kopling pada antena mikrostrip menjadi lempeng dielektrik. Permukaan gelombang juga dapat dibuat pada struktur periodik tanpa dielektrik, karena kopling periodik. Ketika antena ditempatkan dekat dengan ground, energi kopling masuk ke dalam ground. Ketika ini terjadi, efisiensi keseluruhan antena menurun. Untuk menghindari hal ini terjadi, struktur EBG dapat digunakan sebagai isolasi penghalang antara antena dan ground, dengan menempatkan struktur EBG antara antena dan ground. Permukaan EBG ini bersifat seperti permukaan impedansi tinggi, dan membantu memisahkan antena dari ground yang membantu meningkatkan efisiensi radiasi dari antena.[4]

2.2 Desain antena yang sederhana

Desain antena sederhana dapat dicapai dengan menggunakan struktur EBG dengan antena kawat untuk mendapatkan efisiensi yang tinggi. Biasanya efisiensi

yang tinggi dicapai dengan pemasangan antenna kawat tegak lurus terhadap *ground*.

2.3 Meningkatkan gain antenna

Ketika antenna gain tinggi diperlukan, struktur EBG dapat digunakan untuk mendapatkan keuntungan yang lebih tinggi daripada antenna beroperasi tanpa struktur EBG. [5]

2.4 Penyearingan dan fase pergeseran

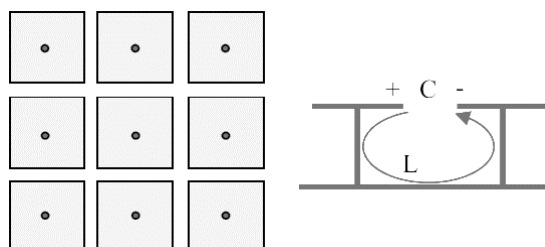
Bandgap EBG dapat dirancang untuk bersifat *band stop filter*, sedangkan frekuensi jauh dari band gap bersifat *band pass filter*. Sifat periodik struktur EBG dapat digunakan untuk pengarahan elektrik antenna susun. [7]

2.5 Frekuensi permukaan selektif

Dalam sistem komunikasi yang beroperasi di beberapa frekuensi, struktur EBG dapat digunakan untuk memisahkan frekuensi. Pertimbangan contoh dari sistem ground satelit yang beroperasi di L, S dan C band menggunakan optik yang sama. Menggunakan lapisan FSS pada sub-reflektor L dan S band dapat dipisahkan menjadi *feeder* yang ditempatkan di lokasi utama dari optik, sedangkan C Band dapat dipisahkan menjadi *feeder* yang ditempatkan pada posisi Cassegrain, EBG ditumpukkan di lapisan yang dirancang untuk mencapai pemisahan *band*. [7]

3. Desain Struktur EBG

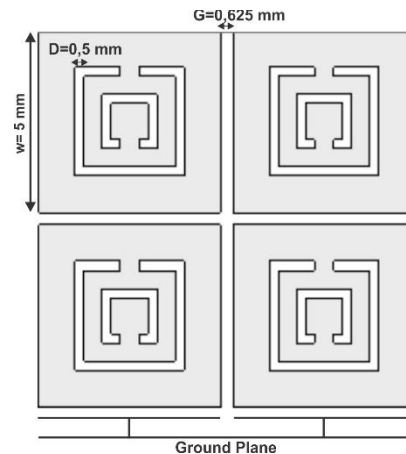
Mekanisme operasi struktur EBG dapat dijelaskan sebagai jaringan rangkaian LC didistribusikan dengan frekuensi resonansi tertentu. Sifat elektromagnetik dari sel satuan EBG dapat digambarkan menggunakan *lump-circuit* elemen-kapasitor dan induktor, yang ditunjukkan pada gambar 1. Dalam rentang frekuensi dimana impedansi permukaan sangat tinggi, rangkaian LC bertindak sebagai filter listrik dua dimensi untuk memblokir aliran gelombang permukaan.



Gambar 1 Lump-circuit Elemen-Kapasitor dan Induktor

Hasil induktor L dari arus yang mengalir melalui VIA (*Vertical Interconnect Access*), dan

kapasitor C karena efek kesenjangan antara patch yang berdekatan [2, 3, 8]. Dengan demikian, pendekatan untuk meningkatkan induktansi atau kapasitansi secara alami akan mengakibatkan penurunan posisi *bandgap*. Skema struktur *split ring* EBG yang diusulkan ditunjukkan pada Gambar 2 berikut:

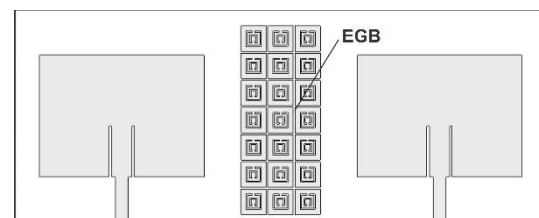


Gambar 2 Skema Struktur EBG dengan Patch SRR

Setiap elemen dari celah EBG ini terdiri dari *patch* logam persegi dengan cabang *split ring* yang disisipkan ke dalam, *patch* terhubung ke *ground* yang lebih rendah dengan VIA logam.

4. Reduksi kopling gandeng diantara antenna mikrostrip

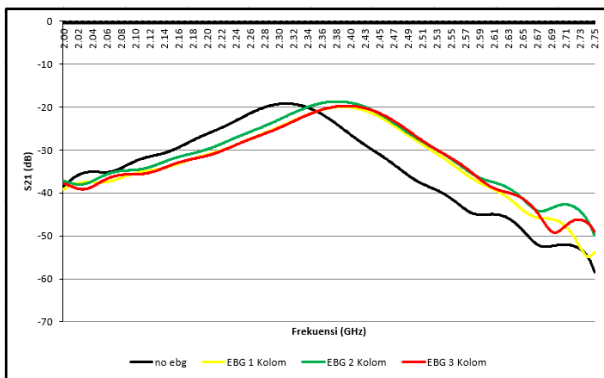
Permukaan gelombang dapat menurunkan efisiensi antenna dan degradasi pola antenna. Selain itu, meningkatkan kopling gandeng dari antenna susun yang menyebabkan sudut buta dari antenna susun seperti besarnya nilai *return loss*. Karena struktur EBG telah dilakukan penelitian untuk penekanan terhadap permukaan gelombang, tiga kolom *patch split ring* EBG disisipkan antara antenna susun untuk mengurangi kopling gandeng, seperti ditunjukkan pada Gambar 3 berikut :



Gambar 3 Antena Susun yang Disisipkan Struktur Split Ring EBG menggunakan 3 Kolom Patch EBG

Ketebalan substrat adalah 1,6 mm dan permitivitas relatif 4,3. Antenna memiliki dua frekuensi resonansi, 2,30 GHz dan 2,35 GHz. *Split ring* EBG dirancang untuk membuat stopband menutupi frekuensi

resonansi atas dari patch antenna. Hasil simulasi kopling gandeng ditunjukkan pada Gambar 4. Struktur EBG memiliki sedikit pengaruh pada frekuensi di luar *bandgap*. Frekuensi resonansi yang lebih rendah adalah di luar jangkauan *stopband* dan tidak ada pengurangan kopling gandeng yang signifikan diamati. Namun, frekuensi resonansi yang jatuh dalam kisaran *stopband* dan kopling saling menurun dari -19,45 dB ke -22,85 dB. Penurunan kopling gandeng mencapai 3,4 dB, yang membuktikan bahwa permukaan gelombang di tekan. Perbandingan ini menunjukkan struktur split ring EBG untuk mengurangi kopling gandeng.



Gambar 4 Perbandingan Kopling Gandeng antara Antena Susun dengan EBG dan tidak dengan EBG

5. Kesimpulan

Simulasi telah dilakukan, hasil telah terverifikasi bahwa EBG berstruktur SRR memiliki fitur dalam kekompakan. Struktur EBG kemudian disisipkan di antara elemen antenna susun patch persegi untuk mengurangi kopling gandeng hingga 3,4 dB pada frekuensi 2,33 GHz. Struktur ini, dengan keunggulan kekompakan, dapat diaplikasikan di berbagai kebutuhan, seperti antenna kompak, penekanan permukaan gelombang dan utilitas antenna susun.

Referensi

[1] Zhichao Chen, Klaus Solbach, Daniel Erni and Andreas Rennings. "A Compact Electromagnetic Bandgap Structure based on Multi-layer Technology for 7-Tesla Magnetic Resonance Imaging Applications" *General and Theoretical Electrical Engineering (ATE)*, Faculty of Engineering, University of Duisburg-Essen and CENIDE – Center for Nanointegration Duisburg Essen, D-47048 Duisburg, Germany. 2014

[2] F. Yang, and Y. Rahmat-Samii, "Microstrip antennas integrated with electromagnetic band-gap structures: a low mutual coupling design for array

applications," *IEEE Trans. Antennas and Propagation*, vol. 51, pp. 2936-2946, Oct. 2003.

- [3] L. Yang, M. Y. Fan, F. L. Chen, J.Z. She, and Z. H. Feng, "A novel compact Electromagnetic Bandgap structure and its applications for microwave circuits," *IEEE Trans. Microwave Theory and Techniques*, vol. 53, no. 1, pp. 183-190, Jan. 2005
- [4] R. Coccioli, F. R. Yang, K. P. Ma, and T. Itoh, "Aperture-coupled patch antenna on UC-PBG substrate," *IEEE Trans. Microwave Theory Tech.*, vol. 47, pp. 2123-2130, 1999.
- [5] Z. Li and Y. Rahmat-Samii, "PBG, PMC and PEC ground planes: A case study for dipole antenna," in *IEEE APS Int. Symp*, Salt Lake City, UT, 2000.
- [6] R. H. DuHamel, "Dual Polarized Sinuous Antennas," US Patent 4658262, 14 April 1987.
- [7] Amir I. Zaghloul, William A. Davis, Gary S. Brown. "Wideband Electromagnetic Band Gap (Ebg) Structures, Analysis and Applications to Antennas". *Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University*, Sandeep Pal reddy 2015.
- [8] Li Yang, Mingyan Fan, and Zhenghe Feng. A "Spiral Electromagnetic Bandgap (EBG) Structure and its Application in Microstrip Antenna Arrays". *State Key Lab on Microwave & Digital Communications, Tsinghua University*. Beijing, 100084, P. R. China. 2005