

**OPTIMASI DESAIN FILTER ANALOG BERBASIS MIKROSTRIP
PADA FREKUENSI 600 MHZ****DESIGN OPTIMIZATION OF MICROSTRIP BASED ANALOG
FILTER ON 600 MHZ FREQUENCY****Rini Widyastuti¹, Radial Anwar², Dwi Andi Nurmantris³**^{1,2,3}Program Studi Teknik Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Telkom University, 40257, Bandung, Indonesia¹riniwidyastuti639@gmail.com, ²radialanwar@tass.telkomuniversity.ac.id,³dwiandi@tass.telkomuniversity.ac.id**Abstrak**

Filter berbentuk planar menjadi salah satu topik penelitian yang semakin berkembang saat ini, mengingat penggunaannya yang sangat luas, terutama untuk aplikasi telekomunikasi. Artikel ini menyajikan proses optimasi filter mikrostrip pada frekuensi 600 MHz dengan memanfaatkan struktur *ring-square*. Struktur ini dipilih karena dapat memberikan faktor kualitas (Q-factor) yang tinggi. Hasil pengukuran memperlihatkan bahwa filter yang telah dioptimisasi memiliki Q-factor yang cukup tinggi, ditandai oleh bandwidth yang sempit, sekitar 3,3%. Filter yang dihasilkan juga memiliki return loss yang rendah mencapai -30,665 dB, dan insertion loss yang juga rendah, sekitar -6,849 dB. Oleh karena itu, filter tersebut sesuai untuk diaplikasikan pada perangkat sistem telekomunikasi, terutama yang membutuhkan sub-komponen dengan geometri planar.

Kata kunci: filter analog, mikrostrip, ring square, Q-factor, 600 MHz**Abstract**

Planar filter has become one of research topic that grows rapidly nowadays, considering the vast utilization, mainly for telecommunication application. This article presents the optimization process of microstrip filter at 600 MHz frequency by utilizing the ring-square structure. This structure is chosen as it may provide high quality factor (Q-factor). Measurement result shows that the optimized result inherits high Q-factor, marked by the narrow bandwidth, of about 3.3%. The obtained filter is also having low return loss down to -30.665 dB, and low insertion loss, of about -6.849 dB. Therefore, this filter is suitable to be applied on telecommunication system component, mainly that require sub-component with planar geometry.

Keywords: analog filter, microstrip, ring-square, Q-factor, 600 MHz**1. PENDAHULUAN**

Filter berbasis mikrostrip telah menjadi topik yang menarik untuk diteliti karena geometrinya yang memungkinkan instalasi secara planar sehingga perangkat atau sistem yang memuat filter tersebut menjadi lebih kecil atau *compact*. Selain geometri, ada aspek-aspek penting lainnya yang menjadi tujuan dalam pengembangan suatu filter antara lain return loss, insertion loss atau faktor kualitas (Q-factor) [1-3] yang menentukan seberapa sempit pita frekuensi yang diloloskan atau ditapis oleh filter tersebut.

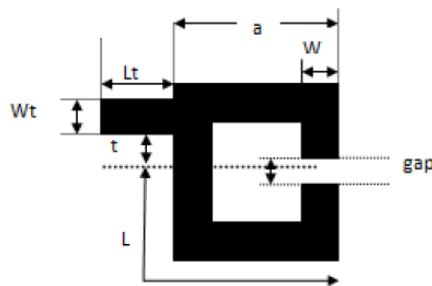
Salah satu metode untuk mencapai karakteristik yang sesuai pada filter adalah dengan menggunakan beberapa resonator sebagai satu rangkaian, misalnya yang telah diterapkan pada [4-6]. Filter yang dihasilkan menjadi lebih kecil secara geometri, namun secara umum memiliki Q-factor yang tidak terlalu tinggi. Salah satu bentuk yang sering digunakan pada multi-resonator adalah Square Loop. Ada beberapa artikel yang menyajikan penggunaan resonator berbentuk kotak tertutup ataupun yang terbuka (Closed Square Loop atau Open Square Loop) yang juga bertujuan

meminutisasi geometri filter [7-13], namun memiliki struktur yang rumit atau Q-factor yang juga rendah.

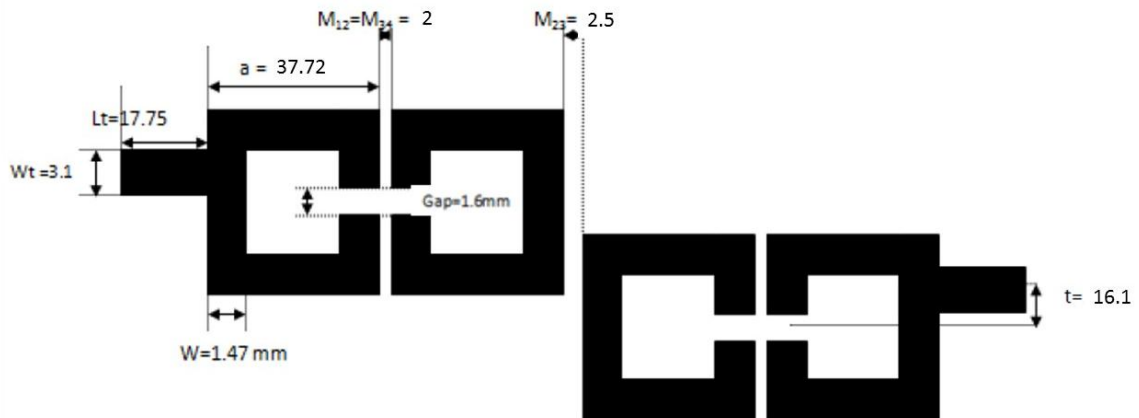
Artikel ini menyajikan optimasi filter yang memanfaatkan multi-resonator dengan geometri berbentuk open square loop. Filter ini didesain untuk bekerja pada frekuensi 600 MHz. Hasil yang diperoleh memberikan struktur yang tidak terlalu rumit, geometri yang relatif kecil, serta Q-factor yang cukup tinggi.

2. ARSITEKTUR FILTER

Bentuk dasar dari filter yang digunakan (Gambar 1) diambil dari [14], dimana seluruh persamaan untuk menghitung geometri struktur tersebut juga tersedia pada [14]. Gambar 2 memperlihatkan geometri filter yang merupakan hasil dari optimasi. Perbandingan geometri struktur yang belum dan telah dioptimasi tercantum pada Tabel 1. Data optimasi untuk nilai-nilai parameter yang berubah diberikan pada Bab 3 berikut analisisnya.



Gambar 1. Bentuk dasar open square loop resonator



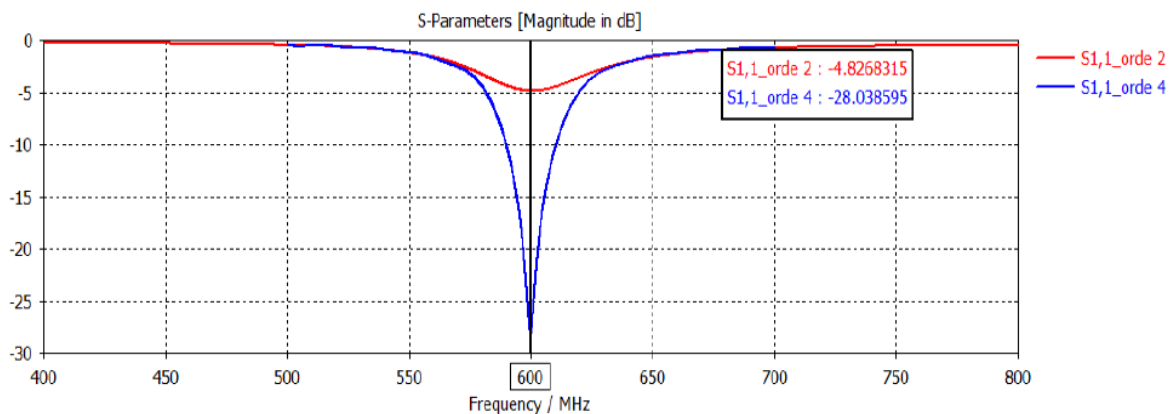
Gambar 2. Geometri filter yang telah dioptimasi

Tabel 1 Geometri filter yang diusulkan sebelum dan sesudah optimasi

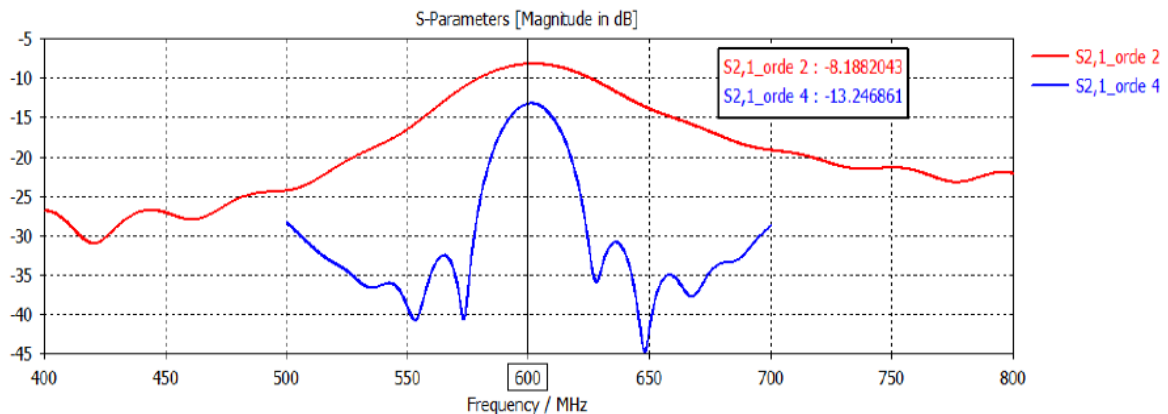
Parameter	Sebelum Optimasi	Setelah Optimasi
Jumlah resonator (orde)	4	4
Panjang resonator (a)	37,4 mm	37,72 mm
Lebar resonator (W)	1,47 mm	1,47 mm
Panjang saluran catu (Lt)	17,75 mm	17,75 mm
Lebar saluran catu (Wt)	3,1 mm	3,1 mm
Jarak antara resonator	M12 = M34 = 1,2 mm M23 = 1,8 mm	M12 = M34 = 2 mm M23 = 2,5 mm
Posisi saluran catu (t)	5,6 mm	16,1 mm
Gap	1,6 mm	1,6 mm

3. HASIL DAN DISKUSI

Proses optimasi dilakukan melalui serangkaian simulasi dengan menggunakan perangkat lunak CST. Hasil perhitungan menggunakan persamaan dari [14] digunakan sebagai nilai awal dari serangkaian iterasi hingga diperoleh hasil yang optimum. Dalam menentukan orde filter, digunakan pendekatan untuk filter jenis butterworth dimana hasil yang diperoleh adalah 4. Gambar 3 memperlihatkan grafik perbandingan return loss untuk filter dengan orde 2 dan 4. Dapat dilihat bahwa orde 4 memberikan bandwidth yang lebih sempit, sehingga memiliki Q-factor yang lebih tinggi. Namun nilai Q-factor yang tinggi diiringi oleh nilai insertion loss yang besar seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4. Hal ini juga sesuai dengan teori yang terdapat pada [15].

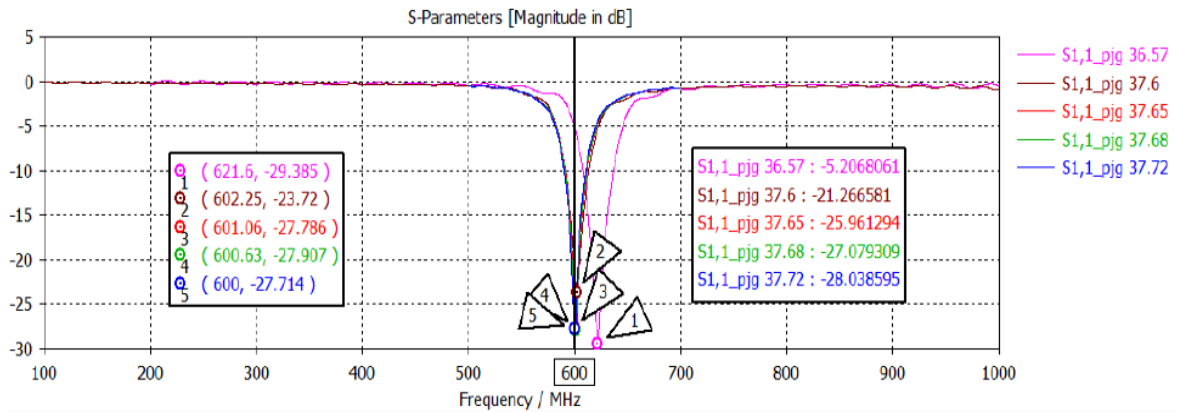


Gambar 3. Perbandingan return loss terhadap jumlah orde

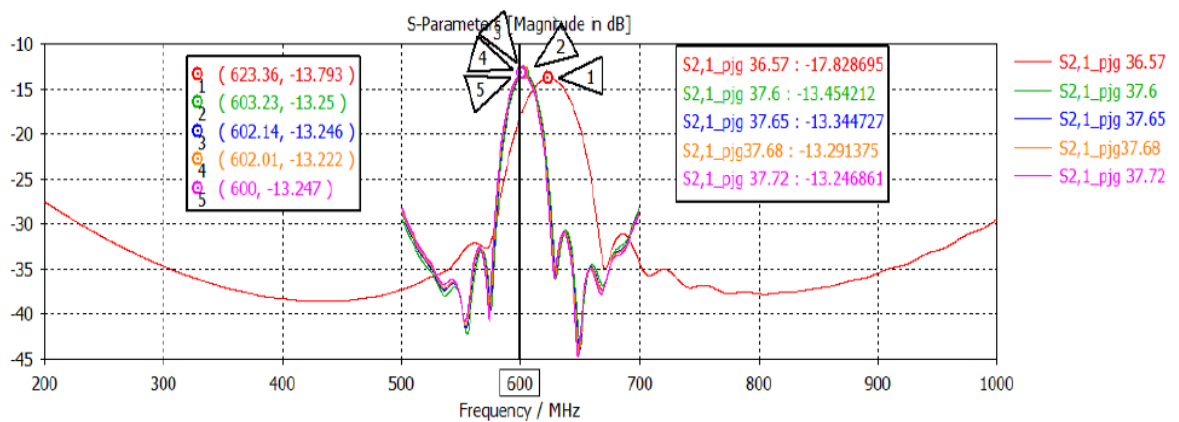


Gambar 4. Perbandingan insertion loss dengan jumlah orde

Simulasi dengan menggunakan nilai parameter yang diperoleh dari perhitungan memberikan hasil yang tidak baik, yaitu nilai return loss sekitar -15 dB dan insertion loss mendekati -16 dB. Oleh karena itu, dilakukan proses optimasi melalui serangkaian simulasi dengan menggunakan perangkat lunak CST. Hasil perhitungan menggunakan persamaan dari [14] digunakan sebagai nilai awal dari serangkaian iterasi hingga diperoleh hasil yang optimum. Ada beberapa parameter yang nilainya mengalami perubahan setelah melalui proses optimasi. Yang pertama adalah panjang resonator. Gambar 5 memperlihatkan bahwa penambahan panjang resonator menggeser titik puncak frekuensi kerja menuju 600 MHz. Ketika titik puncak frekuensi kerja tepat di 600 MHz, yaitu pada saat panjang resonator adalah 37,72 mm, nilai return loss yang diperoleh juga rendah, sekitar -28 dB. Insertion loss yang diperoleh adalah -13,25 dB, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 6.

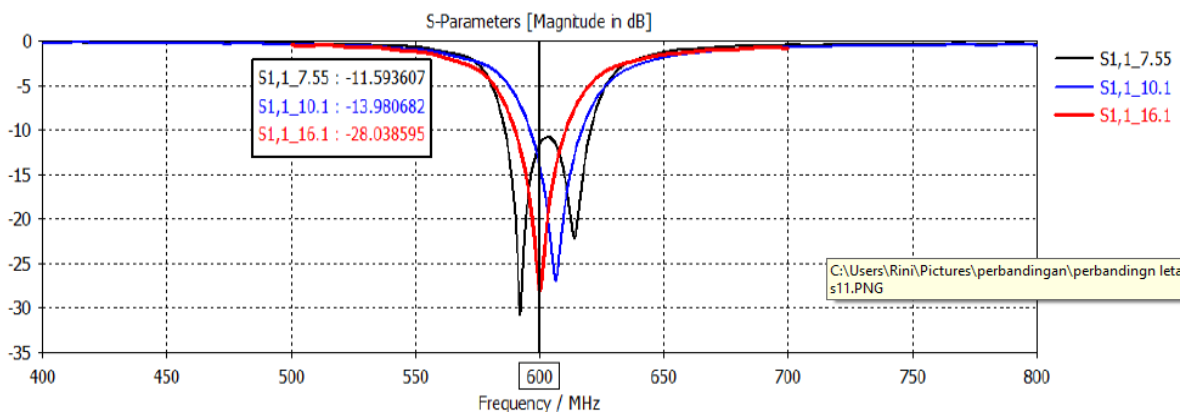


Gambar 5. Perbandingan return loss terhadap perubahan panjang resonator

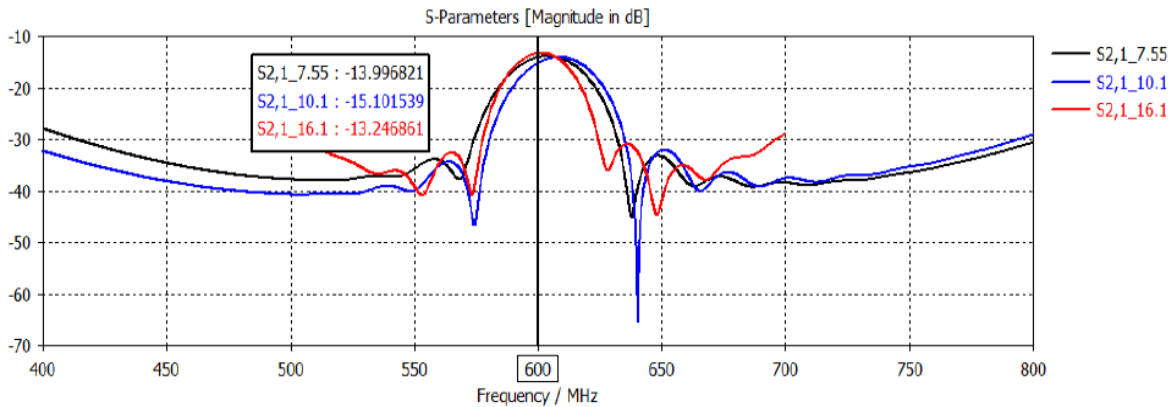


Gambar 6. Perbandingan insertion loss terhadap perubahan panjang resonator

Setelah panjang resonator dioptimasi, parameter kedua yang divariasikan adalah posisi saluran pencatuan. Dengan menggunakan parameter hasil perhitungan, diperoleh dua frekuensi kerja yang berbeda, lebih tinggi dan juga lebih rendah dari 600 MHz. Ketika posisi saluran pencatuan diubah (nilainya ditambah), kedua frekuensi ini konvergen ke satu nilai frekuensi yang selanjutnya dapat di-tuning ke 600 MHz, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 7. Gambar 8 memperlihatkan perubahan insertion loss terhadap perubahan posisi saluran pencatuan.

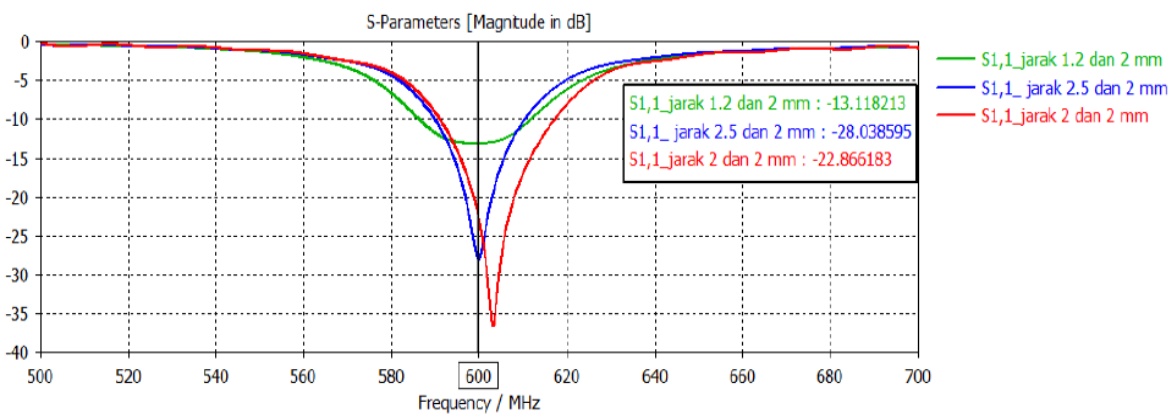


Gambar 7. Perbandingan return loss terhadap pengaruh posisi saluran catu

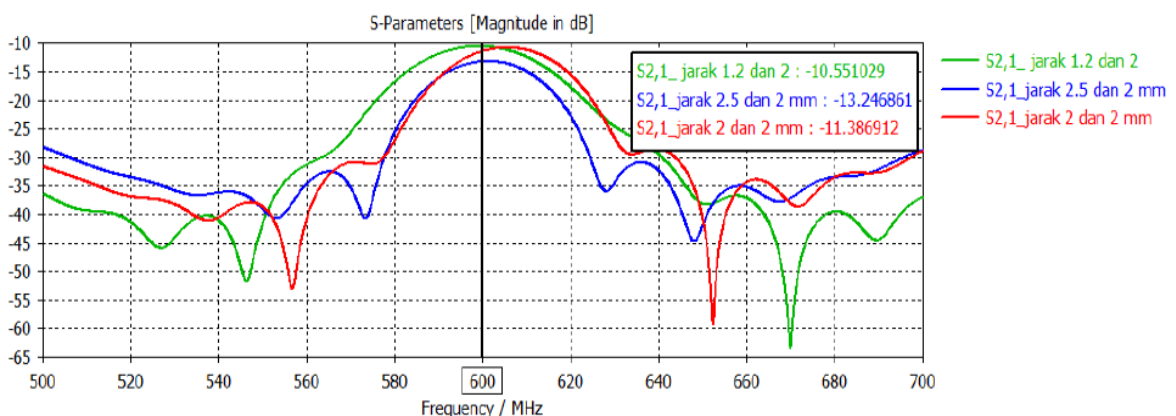


Gambar 8. Perbandingan insertion loss terhadap pengaruh posisi saluran catu

Parameter terakhir yang dioptimasi adalah jarak pisah antar resonator. Gambar 9 dan 10 secara berurutan memperlihatkan variasi nilai return loss dan insertion loss terhadap perubahan jarak antar resonator. Dapat dilihat bahwa jarak pisah 2,5 mm dan 2 mm memberikan nilai return loss dan juga insertion loss yang paling kecil.



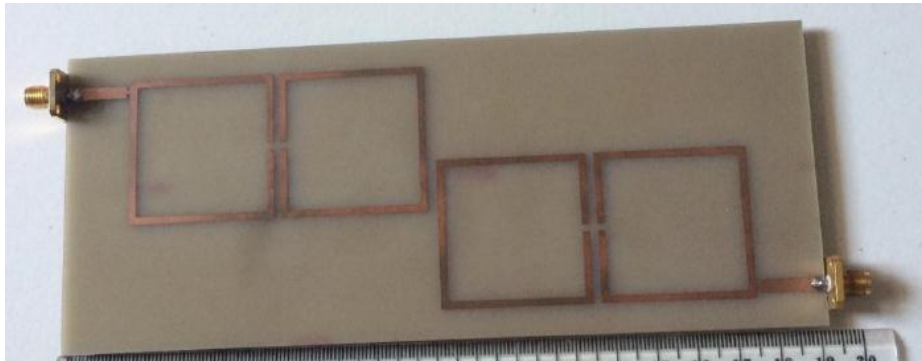
Gambar 9. Perbandingan return loss terhadap jarak antar resonator



Gambar 10. Perbandingan insertion loss terhadap jarak antar resonator

Filter yang diusulkan telah dipabrikasi dan diukur. Gambar 11 memperlihatkan tampak depan filter, sedangkan tampak belakang diperlihatkan pada Gambar 12. Dimensi akhir filter (tanpa konektor) adalah sekitar 80 mm 193 mm. Walaupun terkesan besar, namun geometri ini relatif cukup kecil mengingat frekuensi kerja yang rendah dan Q-factor yang tinggi. Gambar 13

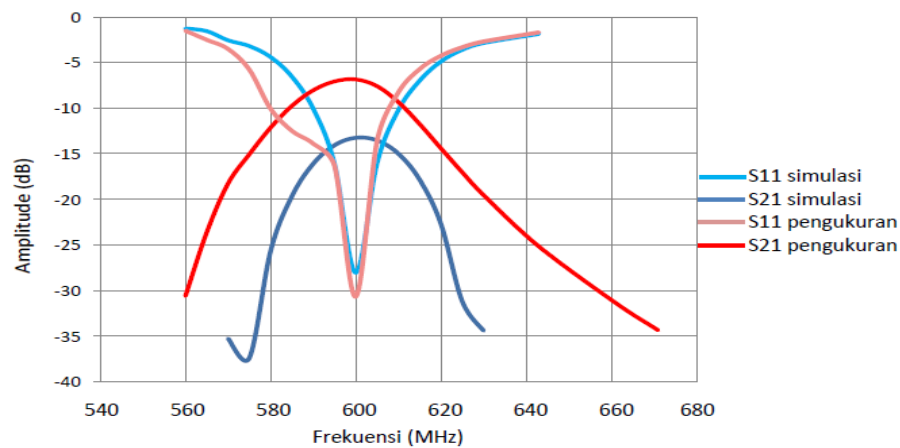
menyajikan perbandingan antara hasil simulasi return loss dan insertion loss terhadap hasil pengukuran keduanya. Melalui pengukuran dengan menggunakan Network Analyzer diperoleh nilai return loss sebesar $-30,665$ dB dan insertion loss sekitar $-6,849$ dB. Nilai ini lebih baik dibandingkan hasil simulasi. Bandwidth yang diperoleh juga lebih kecil dibandingkan hasil simulasi (22,84 MHz), yaitu sekitar 20 MHz (3,3%).



Gambar 11. Hasil realisasi filter tampak depan



Gambar 12. Hasil realisasi filter tampak belakang



Gambar 13. Perbandingan return loss dan insertion loss antara simulasi dan pengukuran

4. KESIMPULAN

Artikel ini menyajikan hasil pengukuran optimasi sebuah filter berbasis mikrostrip yang mengadopsi bentuk open square loop dan bekerja pada frekuensi 600 MHz. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa filter yang dihasilkan memiliki nilai return loss dan insertion loss yang cukup

kecil, serta bandwidth yang sempit atau memiliki faktor kualitas (Q-factor) yang tinggi. Filter ini untuk aplikasi pita sempit pada telekomunikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kobe, O. B., Chuma, J. Jamisola Jr., R. & Chose, M. 2016. A Review on Quality Factor Enhanced On-chip Microwave Planar Resonators. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, **20** 460-466.
- [2] Sergienko, P., Kazmirenko, V., Chernov, A. & Prokopenko, Y. 2016. Q-Factor of Tuned Microstrip Resonator. *Radioelectronics and Communications Systems*, **59:2** 89–95.
- [3] Singhal, P. K., Mathur, S. & Baral, R. N. 2009. Compact Narrow Band Non-Degenerate Dual-Mode Microstrip Filter with Etched Square Lattices. *J. Electromagnetic Analysis & Applications*, **2** 98-103.
- [4] Fernández-Prieto, A., Lujambio, A., Martel, J., Medina, F., Mesa, F. & Boix, R. R. 2015. Simple and Compact Balanced Bandpass Filters Based on Magnetically Coupled Resonators. *IEEE Trans. Microw. Theory Tech.*, **63:6** 1843–1853.
- [5] Yang, T., Tamura, M. & Itoh, T. 2010. Compact Hybrid Resonator With Series and Shunt Resonances Used in Miniaturized Filters and Balun Filters. *IEEE Trans. Microw. Theory Tech.*, **58:2** 390–402.
- [6] Jin, X., Wen, W. & Chen, M. 2013. Compact and Sharp Skirts Microstrip Dual-mode Dual-band Bandpass Filter Using a Single Quadruple-mode Resonator (QMR). *IEEE Trans. Microw. Theory Tech.*, **61:3** 1104–1112.
- [7] Esfeh, B. K., Ismail, A. & Abdullah, R. S. A. R. 2009. Narrowband Elliptic Bandpass Filter Using Dual-Mode Microstrip Square Loop Resonator for WiMax Application. *Modern Applied Science*, **3:9** 2-10.
- [8] Rezaee, P., Tayarani, M. & Knochel, R. 2011. Miniaturized Microstrip Filter Design Using Active Learning Method. *Radioengineering*, **20:4** 857-865.
- [9] Eun, J. W. & Lee, J.-H. 2017. A Microstrip Dual-band Bandpass Filter Using Feed Line with SIR. *Electronics Express*, **14:4** 1-7.
- [10] Kumar, A., Patel. R. & Kartikeyan, M. V. 2016. Investigation on Microstrip Filters with CSRR Defected Ground Structure. *Advanced Electromagnetics*, **5:2** 28-33.
- [11] Bousbia, L., Ould-Elhassen, M., Mabrouk, M., Ghazel, A. & Benech, Ph. 2012. RF Phase Shifter Using Coupled Microstrip Square Rings Tunable Bandpass Filter. *Global Journal of Researches in Engineering*, **12:3** 1-5.
- [12] Myung, J.-Y. & Yun, S.-W. 2017. Design of a Triple-Mode Bandpass Filter Using a Closed Loop Resonator. *Journal of Electromagnetic Engineering and Science*, **17:2** 86-90.
- [13] Saroj, S. R., Rathee, V. R. & Pande, R. S. 2018. Design and Analysis of a Micromachined LC Low Pass Filter for 2.4GHz Application. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, **310** 012060.
- [14] Pozard, D. M. 2012. *Microwave Engineering*, Fourth Edition. John Wiley and sons, Inc. United States.
- [15] Kai, C. & Lung-Hwa, H. 2004. *Microwave Ring Circuit and Related Structure*. John Wiley and sons, Inc. United States.