



9th Applied Business and Engineering Conference

PERANCANGAN FILTER *EMI* DENGAN MENEMPATKAN *SHIELD* DI ANTARA KOMPONEN KOMPONEN FILTER

Fauzan Ridha Hakiki¹⁾, Noptin Harpawi S.T., M.T.²

¹Teknik Elektronika Telekomunikasi, Politeknik Caltex Riau, Rumbai, Pekanbaru, 27265

²Teknik Elektronika Telekomunikasi, Politeknik Caltex Riau, Rumbai, Pekanbaru, 27265

E-mail: fauzan17tet@mahasiswa.pcr.ac.id

Abstract

Mutual coupling between EMI filter components is a major concern when designing EMI filters for EMI attenuation in the high frequency range. To reduce mutual coupling and increase the damping conductivity of EMI, shields can be placed between the filter components. This study presents the modeling and measurement of an EMI filter with a shield copper placed between the filter components. 3D electromagnetic field modeling software CST MWS is used to model filters over a wide frequency range. Modeling is done with different inductor positions on a double-sided PCB. The modeling results show that the shield that is installed in the mixed inductor position is the most effective in reducing the S21 value. Shield can reduce radiated emission well in the frequency range 200 kHz - 4.5 MHz and 40 MHz - 60.8 MHz with a maximum attenuation value of 13.38 dB.

Keywords: *EMI filter, modeling, mutual coupling, shield.*

Abstrak

Mutual coupling di antara komponen filter *EMI* menjadi perhatian utama ketika merancang filter *EMI* untuk redaman *EMI* dalam rentang frekuensi tinggi. Untuk mengurangi *mutual kopliling* dan meningkatkan konduktifitas redaman *EMI*, *shield* bisa ditempatkan di antara komponen filter. Penelitian ini menyajikan pemodelan dan pengukuran filter *EMI* dengan *shield* tembaga ditempatkan antara komponen filter. 3D *electromagnetic field modeling software* CST MWS digunakan untuk memodelkan filter dalam rentang frekuensi yang luas. Pemodelan dilakukan dengan posisi induktor yang berbeda pada PCB dua sisi. Hasil pemodelan didapatkan bahwa *shield* yang dipasang pada posisi induktor campuran paling efektif untuk meredam nilai S21. *Shield* dapat meredam *radiated emission* dengan baik pada rentang frekuensi 200 kHz - 4,5 MHz dan 40 MHz – 60,8 MHz dengan nilai redaman maksimum sebesar 13,38 dB.

Kata Kunci: *EMI filter, pemodelan, mutual kopliling, shield*



9th Applied Business and Engineering Conference

PENDAHULUAN

Saat ini miniaturisasi *conducted electromagnetic filter interference (EMI)* filter adalah salah satu perhatian utama pada dunia industri elektronik moderen. Karena semua perangkat elektronik modern menjadi lebih kecil dan lebih kecil, *conducted EMI* filter harus mengikuti tren ini. Pengurangan ukuran filter *EMI* pasif bisa dicapai, terutama dengan menempatkan komponen filter sangat dekat satu sama lain. Tetapi pengurangan ukuran tersebut menimbulkan *radiated emission* yaitu mutual coupling antara komponen komponen filter tersebut. Sebagai akibat dari peningkatan parasit kopling Kinerja filter *EMI* dapat memburuk dalam rentang frekuensi tinggi (Asmanis *et al.*, 2016b). Untuk mengurangi *radiated emission* ini, salah satu teknik yang bermanfaat untuk mengurangi mutual kopling adalah dengan menggunakan *shield* tembaga vertikal ditempatkan di antara komponen filter *EMI* (Asmanis *et al.*, 2014).

Pemodelan filter *EMI* 3D elektromagnetik kompleks struktur dapat dilakukan dengan menggunakan *finite integration technique (FIT)*. *Computer Simulation Technology Microwave Studio (CST MWS)* dapat digunakan untuk memodelkan filter *EMI* menggunakan FIT. CST MWS adalah salah satu perangkat lunak yang tersedia di pasar. CST MWS digunakan secara berturut-turut untuk memodelkan kopling timbal balik antara kapasitor dan induktor serta model filter diferensial mode *EMI* (Asmanis, Ribickis, *et al.*, 2015).

Penelitian terdahulu dilakukan oleh (Asmanis, Stepins, *et al.*, 2015) menggunakan range frekuensi 10KHz-100MHz dengan 3 kondisi dan tidak menggunakan *shield* di antar komponen komponen filternya. Ketiga posisi tersebut adalah dimana induktor diposisikan tegak lurus terhadap kapasitor, posisi induktor paralel terhadap kapasitor dan campuran, jarak antara kapasitor dan induktor adalah 30 mm. Hasil pengukuran dan pemodelan terdapat dan menunjukkan S21 yang masih besar, dan tentunya mutual kopling antara komponen filter semakin besar yang menyebabkan terganggunya kinerja emi filter.

1032

ISSN: 2339 – 2053

Pekanbaru, 25 Agustus 2021



9th Applied Business and Engineering Conference

Dalam penelitian ini pemodelan filter *EMI* mode diferensial yang lebih kompleks dari pada yang disajikan di dalam (Asmanis *et al.*, 2016a) dijelaskan. Filter yang dimodelkan dan diukur dalam penelitian ini memiliki dua *shield* tembaga vertikal yang ditempatkan antara kapasitor dan induktor untuk mengurangi mutual kopling parasit antara komponen. Penelitian ini juga menggunakan 3 posisi induktor yang sama dengan penelitian terdahulu pada (Asmanis, Stepins, *et al.*, 2015), tetapi penelitian ini menggunakan *shield* yang di letakkan diantara komponen komponen filternya untuk mengurangi nilai S_{21} . Pemodelan dan pengukuran dilakukan untuk berbagai posisi kapasitor dan induktor pada papan sirkuit tercetak dua sisi (PCB).

Rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pemodelan *EMI* filter dengan menempatkan *shield* diantara komponen komponen filter ?
2. Berapakah nilai parameter S_{21} pada pemodelan dan pengukuran *EMI* filter dengan menempatkan *shield* diantara komponen filter ?

Sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

1. Memodelkan *EMI* filter dengan menempatkan *shield* di antara komponen komponen filter.
2. Membandingkan hasil pemodelan menggunakan CST MWS dengan hasil pengukuran

METODE PENELITIAN

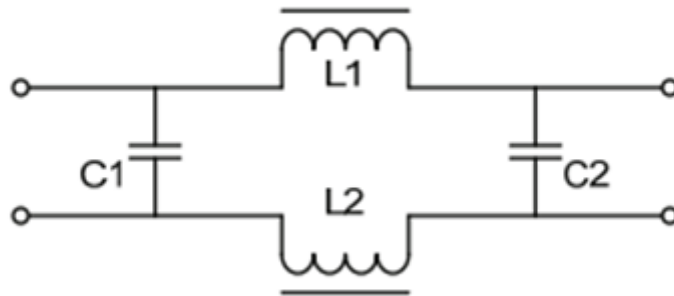
Penelitian ini melakukan pemodelan desain 3D *EMI* filter pada aplikasi CST dan melakukan perancangan *EMI* filter. Pemodelan menggunakan kapasitor dan induktor dengan 3 posisi induktor yang berbeda tetapi tetap menggunakan sirkuit yang sama seperti pada gambar 1, untuk posisinya yaitu posisi induktor dipasang tegak lurus terhadap kapasitor, posisi induktor dipasang paralel terhadap kapasitor dan posisi

1033

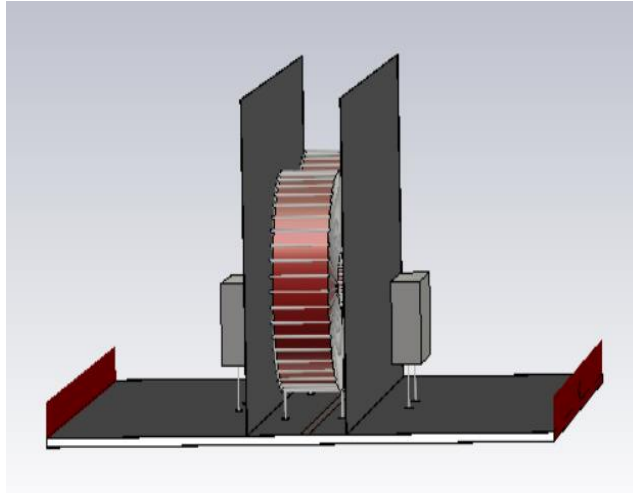
ISSN: 2339 – 2053

Pekanbaru, 25 Agustus 2021

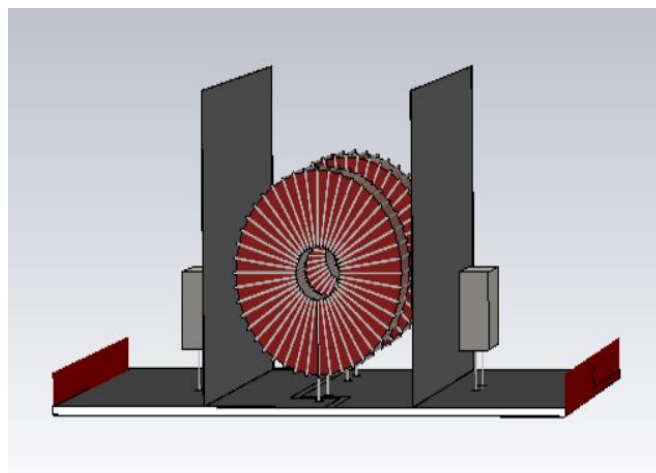
induktor dipasang secara campuran yaitu satu induktor tegak lurus dan induktor satu lagi paralel terhadap kapasitor, pada gambar 2-gambar 4 terdapat 3 posisi induktor yang dimodelkan pada CST. Setelah dilakukan pemodelan selanjutnya pengambilan nilai S21 dengan tiga posisi induktor berbeda. Nilai S21 ini adalah koefisien transfer dari port 1 ke port 2, nanti akan didapatkan hasil terbaik, yaitu nilai S21 yang kecil, karena semakin kecil nilai S21 ini maka mutual kopling antara komponen filter semakin berkurang dan hasil terbaik tersebut akan difabrikasi dan diambil data pengukuran menggunakan *network analyzer*.



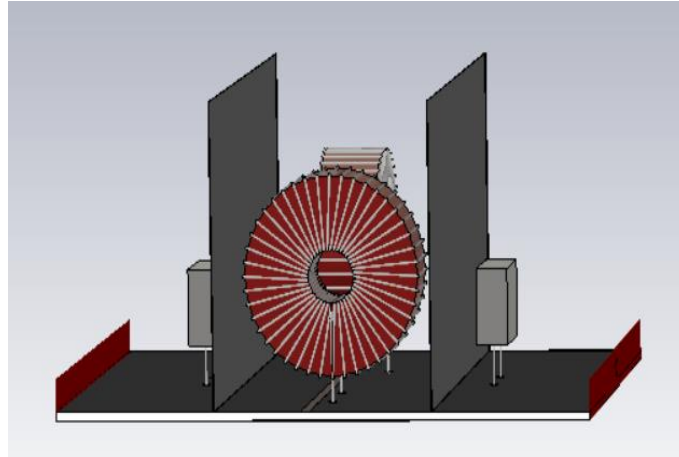
Gambar 1. Sirkuit untuk pemodelan and pengukuran



Gambar 2. Posisi Induktor Paralel Terhadap Kapasitor



Gambar 3. Posisi Induktor Paralel Terhadap Kapasitor

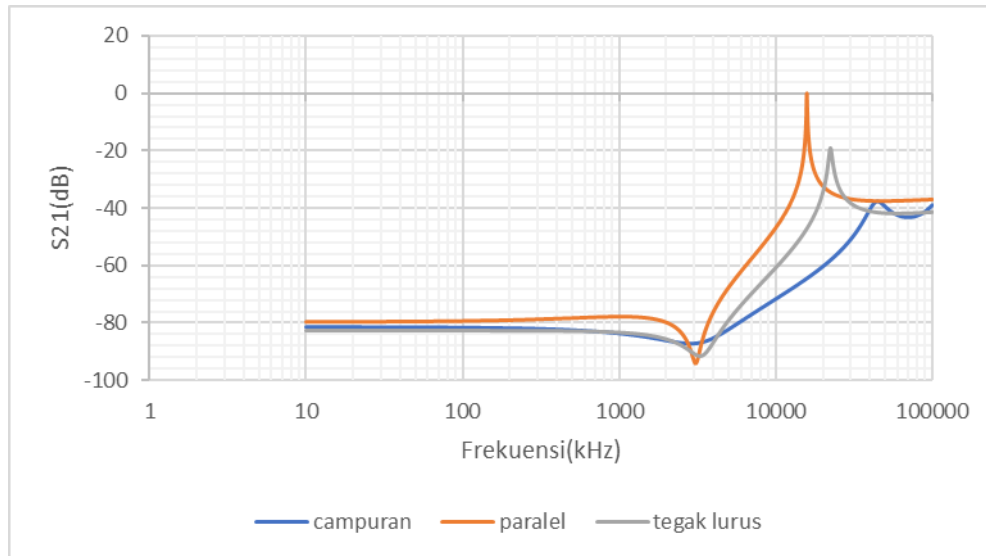


Gambar 4. Posisi Induktor Campuran Terhadap Kapasitor

Hasil S_{21} dari pemodelan 3D dan pengukuran tersebut akan dianalisa. Analisa ditujukan pada hasil pengukuran apakah hasil pemodelan 3D pada CST MWS telah sesuai dengan hasil pengukuran kemudian membandingkan hasil dari pemodelan 3D dan pengukuran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

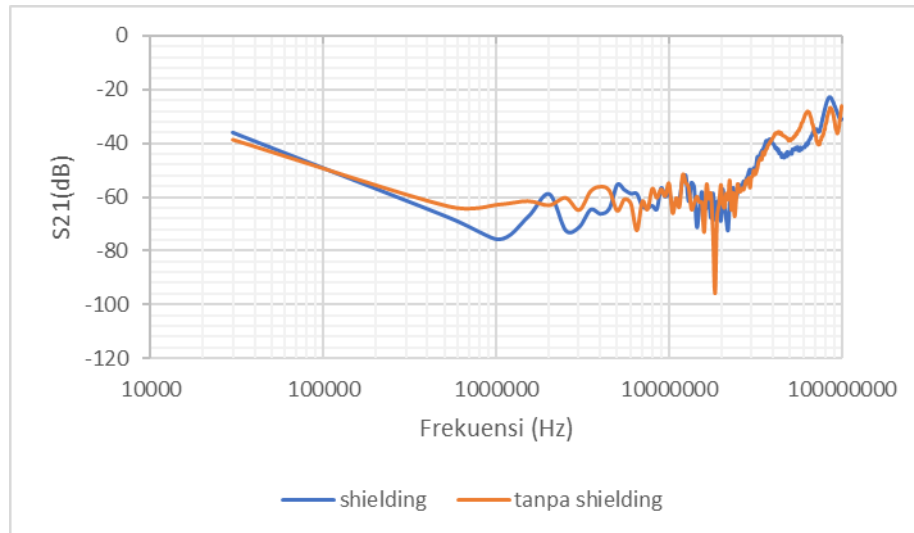
Penelitian ini dilakukan pengujian S_{21} pada CST MWS dengan tiga posisi induktor yang berbeda yaitu posisi induktor dipasang tegak lurus terhadap kapasitor, posisi induktor dipasang paralel terhadap kapasitor dan posisi induktor dipasang secara campuran yaitu satu induktor tegak lurus dan induktor satu lagi paralel terhadap kapasitor



Gambar 5. Grafik pengukuran S₂₁ dengan tiga posisi induktor

Dapat dilihat pada gambar 5, hasil posisi induktor campuran merupakan hasil terbaik, karena nilai S₂₁ pada posisi induktor campuran lebih rendah dari yang lain dan bahkan pada rentang frekuensi yang lebih tinggi yaitu pada frekuensi di atas 5 MHz sampai frekuensi 40 MHz nilai S₂₁ dengan posisi induktor campuran memiliki nilai yang lebih rendah dari pada posisi induktor lainnya, semakin rendah nilai S₂₁ yang didapatkan maka parasit mutual coupling yang dihasilkan semakin berkurang dan *radiated emission* nya ikut berkurang, dan *attenuasi EMI* pun semakin tinggi. selisih nilai S₂₁ dengan kondisi posisi induktor campuran relatif besar dibandingkan dengan posisi induktor lainnya, hal ini menunjukkan bahwa dengan posisi induktor campuran ini akan menghasilkan *radiated emission* relatif rendah.

Pengukuran S₂₁ dengan posisi induktor campuran yakni satu induktor posisinya tegak lurus terhadap kapasitor dan induktor satu lagi posisinya paralel terhadap kapasitor ini dilakukan dengan *Network Analyzer*. Hasilnya dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 6. Hasil pengukuran S21 posisi Induktor campuran

Pada frekuensi 30 kHz sampai 200 kHz nilai S21 pada rangkaian tanpa *shielding* memiliki nilai yang lebih kecil. Pada frekuensi 200 kHz sampai dengan frekuensi 4,5 MHz *shielding* dapat bekerja dengan baik dimana nilai S21 yang dihasilkan lebih kecil dari pada rangkaian tanpa *shielding*. Pada rentang frekuensi tersebut *shielding* dapat menghasilkan redaman hingga 12,9 dB pada frekuensi 1029700 Hz. Dari frekuensi 4,5 MHz sampai frekuensi 40 MHz *shielding* tidak bekerja cukup baik karena nilai S21 yang dihasilkan lebih besar dari pada nilai S21 rangkaian tanpa *shielding*. Pada frekuensi 60,8 MHz sampai 100 MHz *shielding* tidak lagi bekerja dengan baik dalam meredam *radiated emission*.

SIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pemodelan *EMI* filter terbaik pada penelitian ini adalah dengan posisi induktor campuran karena menghasilkan nilai S21 yang lebih kecil dibandingkan posisi lainnya. dan nilai S21 hasil simulasi lebih baik dari pada nilai S21 hasil pengujian karena memiliki nilai yang lebih kecil dengan selisih nilai rata rata sebesar 19 dB. *Shielding* pada rangkaian induktor campuran bekerja dengan



9th Applied Business and Engineering Conference

baik dalam meredam *radiated emission* pada frekuensi 200 kHz - 4,5 MHz dan 40 MHz – 60,8 MHz dan *shield* dapat menghasilkan redaman terbesar sebesar 13,38 dB pada frekuensi 20,024 MHz

Penelitian ini masih bisa dikembangkan yakni untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan induktor yang lebih kecil dan menggunakan material *shielding* lainnya dan variasi ketebalan material.

DAFTAR PUSTAKA

- Asmanis, A. *et al.* (2016b) ‘Modeling of EMI filters with shields placed between the filter components’, in *IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility*. doi: 10.1109/EMCEurope.2016.7739252.
- Delaballe, J. (2015) ‘EMC for E-mobility’, (May), pp. 1–16
- Feusse, M. R. (2001) ‘Modeling Conducted Emission Transients Due To DC Motor Switching In Automotive Applications’.
- Morari, C. and Bălan, I. (2015) ‘Methods for determining shielding effectiveness of materials’, *ELECTROTEHNICĂ, ELECTRONICĂ, AUTOMATICĂ*.
- Nagrail, M. H. and Hellany, A. (2001) ‘Radiated and conducted EMI emissions in switch mode power supplies (SMPS): Sources, causes and predictions’, *Proceedings - IEEE International Multi Topic Conference 2001: Technology for the 21st Century, IEEE INMIC 2001*, pp. 54–61. doi: 10.1109/INMIC.2001.995314.
- Sripodok, P. and Jettanasen, C. (2015) ‘Mitigation of conducted and radiated EMI generation in high-frequency switching devices’, in *Lecture Notes in Engineering and Computer Science*.
- Wang, R. *et al.* (2013) ‘Influence of high-frequency near-field coupling between magnetic components on EMI filter design’, in *Conference Proceedings - IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition - APEC*. doi: 10.1109/APEC.2013.6520496