



Jurnal Politeknik Caltex Riau

<https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/elementer/>

| e- ISSN : 2460-5255 (Online) | p- ISSN : 2443-4159 (Print) |

Pengaruh Ketebalan Material Terhadap *Shielding effectiveness* pada Frekuensi Rendah

Mohammad Yanuar H¹, Tiwi Riza Saputri², Rizadi Sasmita Darwis³, dan Siska Novita Posma⁴

¹Politeknik Caltex Riau, Program Studi Magister Terapan Teknik Komputer, email: yanuar@pcr.ac.id

^{3,4} Politeknik Caltex Riau, Program Studi Teknik Telekomunikasi, email: rizadi@pcr.ac.id, siska@pcr.ac.id

[1] Abstrak

Sekarang ini, kebutuhan akan perangkat elektronik dengan dimensi yang lebih kecil dan lebih ringkas, mengintegrasikan banyak fungsi semakin meningkat. Pada saat yang sama, kebutuhan akan kecepatan prosesor, clock, kecepatan data dan konektivitas nirkabel yang ada di mana-mana juga semakin meningkat. Peningkatan kebutuhan ini juga mengakibatkan peningkatan *electromagnetic interference (EMI)* di lingkungan. Walaupun jarang terjadi, peristiwa *High-Impact, Low-Frequency (HILF)* yang berpotensi menimbulkan dampak yang merusak pada sistem tenaga listrik. Pada penelitian ini dilakukan analisis *shielding effectiveness (SE)* pada frekuensi rendah saat ketebalan dari material *shielding* divariasikan. Material yang digunakan pada penelitian ini adalah aluminium sheet dan aluminium foil, dan mengkombinasikan ketebalannya melalui skema *single layer* maupun *double layer*. Ketebalan material *shielding* mempengaruhi nilai *shielding effectiveness*, terbukti saat ketebalan material ditingkatkan menjadi 2 kali, didapatkan kenaikan nilai *shielding effectiveness* mencapai 207%. Penggunaan *double layer* menunjukkan peningkatan *shielding effectiveness* yang lebih baik daripada meningkatkan ketebalan material.

Kata kunci: *shielding effectiveness, EMI, EMC, HILF*

[2] Abstract

Today, the need for electronic devices with smaller and more compact dimensions integrating many functions is increasing. At the same time, the need for ubiquitous processor speed, clock, data rate, and wireless connectivity is also increasing. This increase in demand also results in an increase in *electromagnetic interference (EMI)* in the environment. Although rare, *High-Impact, Low-Frequency (HILF)* events have the potential to have a deleterious impact on the electric power system. In this study, an analysis of *shielding effectiveness (SE)* was carried out at low frequencies when the thickness of the *shielding* material was varied. The materials used in this research are aluminum sheet and aluminum foil, and they combine their thickness through a *single layer* or *double layer* scheme. The thickness of the *shielding* material affects the value of *shielding effectiveness*; as evidenced when the thickness of the material is increased to 2 times, an increase in the value of *shielding effectiveness* reaches 207%. The use of *double layers* shows an increase in *shielding effectiveness* which is better than increasing the thickness of the material.

Keywords: *shielding effectiveness, EMI, EMC, HILF*

1. Pendahuluan

Meningkatnya medan elektromagnetik dilingkungan merupakan fenomena yang diakibatkan meningkatnya penggunaan perangkat elektronika [1]–[5]. *Electromagnetic interference* (EMI) dapat mengganggu kinerja dari peralatan elektronik lain yang berada di sekitarnya melalui mekanisme konduksi maupun radiasi. Berbagai cara diterapkan untuk mengurangi EMI diantaranya penggunaan filter EMI [2], [3], [6], modifikasi frekuensi switching [1], [7], [8], penggunaan *shielding* [9]–[13] dan metode lainnya.

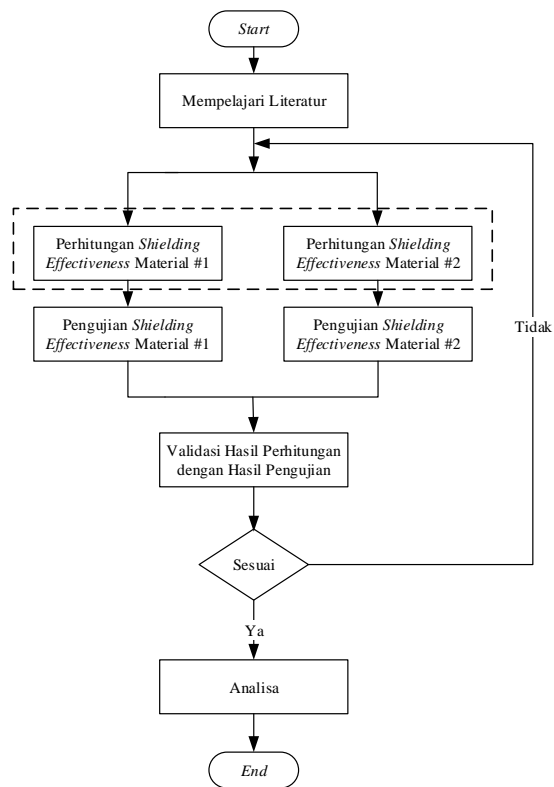
Shielding biasanya diterapkan berupa *enclosure* untuk mengisolasi perangkat atau komponen elektronik dan kabel dari “dunia luar. *Shielding* bertujuan untuk mengurangi medan elektromagnetik baik dari dalam atau dari luar dengan menggunakan penghalang yang terbuat dari bahan konduktif atau magnetis [14]. Topik penelitian terkait *shielding effectiveness* biasanya menguji pada range frekuensi tinggi [10], [15], [16]. Sedangkan saat ini, terdapat kelompok resiko yang disebut peristiwa *High-Impact, Low-Frequency* (HILF) yang berpotensi menimbulkan dampak yang merusak pada sistem tenaga listrik, walaupun jarang terjadi [17]. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan pengujian efek ketebalan material terhadap *shielding effectiveness* pada frekuensi rendah.

Dalam penelitian ini dilakukan pengukuran *shielding effectiveness* dengan metode yang sederhana menggunakan antena loop Rx dan Tx dengan diameter 30 cm dengan biaya yang lebih rendah tanpa dibutuhkan *shielded box*, *shielded room* dan antena atau waveguide khusus. Parameter yang menjadi penentu nilai *shielding effectiveness* yaitu ketebalan dan *single layer* atau *double layer* dari material akan diuji. Aluminium *sheet* ketebalan 0,25 mm dan aluminium *foil* ketebalan 0,05 mm akan menjadi material *shield*. Material akan diuji pada frekuensi 10 kHz – 4 MHz.

2. Metodologi

Kerangka penelitian ditunjukkan pada Gambar 1. Penelitian dimulai dengan melakukan perhitungan secara teori *shielding effectiveness*. Sebagai referensi untuk melihat efek *shielding* dalam mereduksi EMI, dilakukan pengujian tanpa *shielding* dan kemudian dilakukan pengujian *shielding effectiveness* terhadap 2 jenis material *shielding*, yaitu aluminium *sheet* dan aluminium *foil*, seperti ditunjukkan Gambar 2. Perangkat yang digunakan pada penelitian ini adalah pembangkit sinyal, antena loop dan *spectrum analyzer*. Pengujian dilakukan di Laboratorium Transmisi Politeknik Caltex Riau.

Pengujian *shielding effectiveness* dilakukan pada dua kondisi yang berbeda yaitu *single layer* dan *double layer*. Antena loop yang digunakan berdiameter 30 cm (Gambar 3) dengan jarak uji antara antena Rx dan Tx yaitu 60 cm. *Shielding material* akan diukur pada rentang frekuensi 10 kHz sampai 4 MHz. Antena loop Tx dihubungkan dengan konektor ke frequency source sedangkan antena loop Rx dihubungkan dengan connector ke spectrum analyzer. *Shielding material* diletakkan antara antena Tx dan Rx. Adapun skematik diagram pengujian *shielding effectiveness* saat kondisi *single layer* ditunjukkan Gambar 4 dan Gambar 5 untuk pengujian *shielding effectiveness* saat kondisi *double layer*. *Single layer* yang dimaksud di sini adalah menggunakan satu *layershielding material*, sedangkan *double layer* menggunakan dua *layer shielding material*. Kondisi *single layer* dan *double layer* akan menjadi salah satu faktor penentu *shielding effectiveness*.



Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian



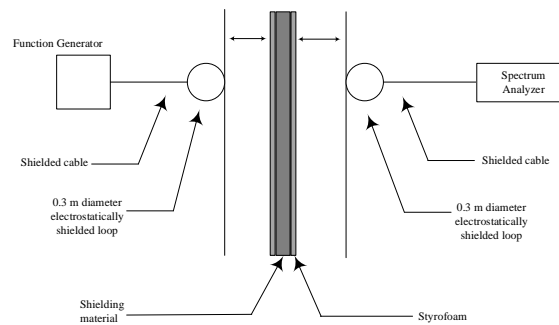
(a)

(b)

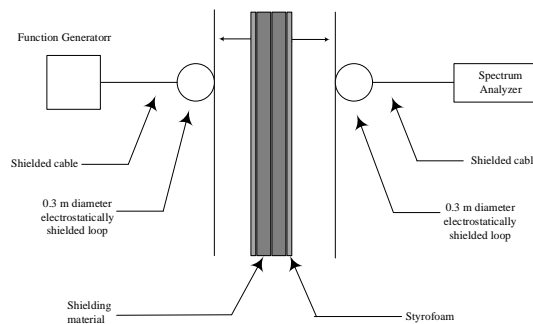
Gambar 2. Pengujian (a) tanpa *shielding* (b) dengan *shielding*



Gambar 3 Antena loop sebagai transmitter dan receiver



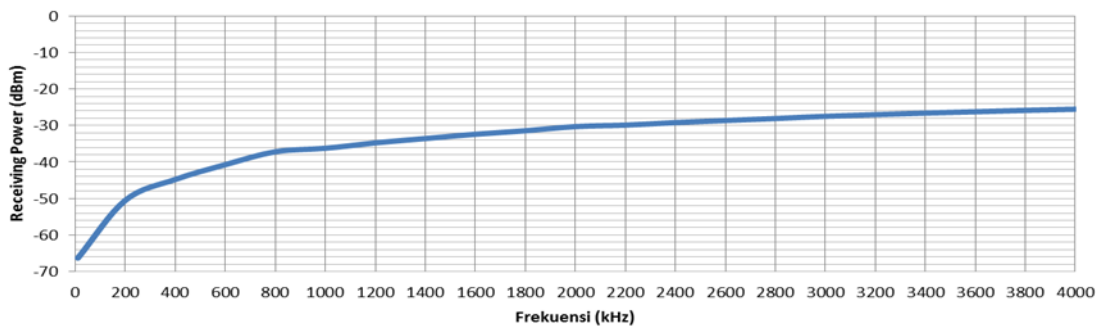
Gambar 4 Pengujian *Shielding effectiveness* pada Single Layer



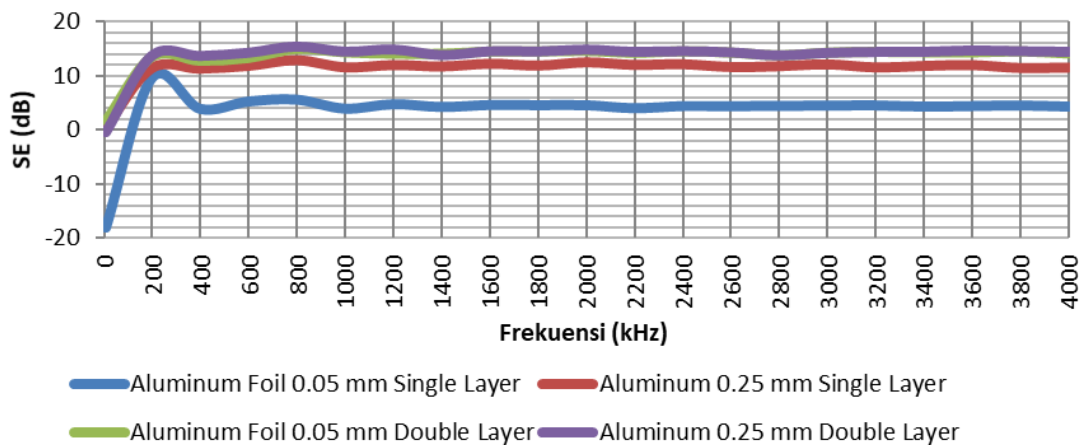
Gambar 5 Pengujian *Shielding effectiveness* pada Double layer

3. Data dan Analisis

Metode pengujian *shielding effectiveness* (SE) pada single layer dan double layer ditunjukkan pada Gambar 5 dan Gambar 6. Hasil pengujian tanpa *shielding* dijadikan sebagai data referensi efek penambahan *shielding* seperti pada Gambar 6, dapat dilihat bahwa daya yang diterima oleh antena *loop receiver* pada rentang frekuensi 10 kHz – 4 MHz dengan sumber daya berasal dari function generator yaitu berkisar antara -66,28 dB sampai dengan -25,53 dB. Semakin tinggi frekuensi maka akan semakin tinggi juga daya yang diterima pada *receiver*. Perlu diperhatikan bahwa pengujian *shielding effectiveness* ini dilakukan di ruangan Laboratorium Media Transmisi Politeknik Caltex Riau, yang mana masih terdapat interferensi dari lingkungan di sekitar area pengujian dengan *noise floor* pada pengujian ini yaitu \pm (-90 dBm).



Gambar 6 Pengujian Daya yang Diterima pada Rx Tanpa Dihalangi *Shielding*



Gambar 7 Pengujian SE Terhadap Pengaruh Ketebalan Material

Data pengujian nilai *shielding effectiveness* terhadap material aluminum sheet dan aluminum foil pada frekuensi uji 10 kHz sampai 4 MHz dapat dilihat pada Gambar 7. Gambar 7 menunjukkan pengujian nilai SE terhadap perubahan ketebalan material *shielding* dimana material *shielding* yang digunakan adalah aluminum foil dengan ketebalan 0,05 mm dan aluminum sheet dengan ketebalan 0,25 mm yang mempunyai nilai konduktivitas material dan permeabilitas relatif yang sama. Nilai konduktivitas aluminum yaitu $3,78 \times 10^7$ S/m dan nilai permeabilitas relatif yaitu 1. Pengujian dilakukan saat *shielding* material diletakkan diantara antenna Tx dan antenna Rx yaitu atau pada jarak 30 cm dari antenna Tx dan antenna Rx. Jika pada saat perhitungan SE didapatkan bahwa nilai SE linear terhadap nilai frekuensi, dimana semakin tinggi nilai frekuensi maka nilai SE juga akan semakin tinggi, sedikit berbeda dengan saat pengujian. Saat pengujian SE, di beberapa frekuensi terdapat nilai SE yang sedikit lebih kecil dibandingkan nilai SE pada frekuensi sebelumnya. Hal ini dapat disebabkan oleh terdapatnya interferensi pada saat pengujian sehingga nilai SE yang didapatkan tidak linear dengan kenaikan nilai frekuensi. Dapat dilihat pada data pengujian yang didapatkan bahwa nilai SE material aluminum sheet 0,25 mm lebih tinggi daripada material aluminum foil 0,05 mm. Hal ini dapat dikaitkan dengan teori pada persamaan (2), dimana semakin tebal material *shielding* yang digunakan maka akan semakin tinggi nilai SE. Kenaikan nilai SE saat diujikan pada material aluminum 0,25 mm mencapai 207% dibandingkan dengan material aluminum foil.

Penerapan *double layer* pada material aluminum 0,25 mm dapat meningkatkan nilai SE mencapai 27%. Dengan penerapan *double layer* dapat meningkatkan nilai SE mencapai 238% atau lebih dua kali lipat dari nilai SE saat material aluminum foil single layer. Adapun penerapan *double layers* sangat bagus pada material aluminum foil. Hal ini dipengaruhi oleh ketebalan material yang bertambah saat diterapkan metode *double layer*, sehingga mempengaruhi nilai absorption loss

dari material. Jika dibandingkan hasil perhitungan SE dengan hasil pengujian pada material, terdapat perbedaan pada hasil pengujian SE material aluminum *foil double layer* yang mana nilainya lebih tinggi sehingga mendekati nilai SE aluminum 0,25 mm *double layer*. Hal ini dipengaruhi oleh tingkat kemurnian dari material aluminum *foil* dan material aluminum 0,25 mm yang berbeda. Material aluminum 0,25 mm yang dijual dipasaran merupakan campuran dari aluminum dan seng, sehingga menyebabkan tingkat kemurniannya berkurang dan mempengaruhi nilai konduktivitas dari material aluminum 0,25 mm. Pada saat perhitungan, nilai konduktivitas yang dipakai merupakan nilai konduktivitas yang terdapat dalam buku dan paper yang mana nilai tersebut merupakan nilai konduktivitas murni dari material. Sedangkan material yang didapatkan di pasaran untuk dilakukan pengujian merupakan material yang tingkat kemurniannya <100%, sehingga mempengaruhi hasil pengujian. Hal lain yang dapat mempengaruhi perbedaan hasil perhitungan dan pengujian adalah adanya interferensi dari lingkungan sekitar area pengujian yang menyebabkan nilai pengujian yang terukur tidak optimal, contohnya interferensi dari perangkat yang menggunakan SMPS (*Switched Mode Power Supply*) dan perangkat radio.

4. KESIMPULAN

Ketebalan material *shielding* mempengaruhi nilai *shielding effectiveness*, terbukti dengan material aluminum dengan ketebalan 0,25 mm merupakan material *shielding* yang lebih baik meredam EMI dibandingkan material yang sama yaitu aluminum *foil* dengan ketebalan 0,05 mm dengan kenaikan nilai SE mencapai 207%. Berbeda dengan perhitungan, penerapan metode *double layershielding* dalam pengujian SE dengan frekuensi uji 10 kHz – 4 MHz paling efektif pada material aluminum *foil* yaitu dengan peningkatan nilai SE mencapai 238%, hal ini disebabkan karena tingkat kemurnian material aluminum *foil* yang berpengaruh pada nilai konduktivitas material serta juga dapat disebabkan oleh interferensi yang ada pada saat pengujian sehingga hasil SE tidak terukur secara optimal.

Daftar Pustaka

- [1] M. Y. Hariyawan, R. Hidayat, and E. Firmansyah, "An Experimental Study of Conducted EMI Mitigation on the LED Driver using Spread Spectrum," *Int. J. Electron. Telecommun.*, vol. 62, no. 3, pp. 293–299, 2016, doi: 10.1515/eletel-2016-0039.
- [2] S. N. Posma, O. Rifandi, and M. Y. H., "Perancangan Filter EMI Pasif dalam Rangka Mitigasi Conducted emission pada Lampu LED," vol. 5, no. 1, pp. 71–81, 2019.
- [3] F. Ahmad, M. Yanuar Hariyawan, and S. Novita Posma, "Perancangan Dan Implementasi Passive Emi Filter Pada Switching Mode Power Supply (SMPS)," *J. Elektro dan Mesin Terap.*, vol. 5, no. 1, pp. 29–37, 2019, doi: 10.35143/elementer.v5i1.2519.
- [4] M. Y. Hariyawan, R. Hidayat, and E. Firmansyah, "The Effects of spread spectrum techniques in mitigating conducted EMI to LED luminance," *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 6, no. 3, pp. 1332–1343, 2016, doi: 10.11591/ijece.v6i3.9528.
- [5] M. Y. H., R. Hidayat, and E. Firmansyah, "Switch Control Scheme to Mitigate Conducted EMI Emission in LED Driver," *Adv. Sci. Lett.*, vol. 21, pp. 3261–3265, 2015.
- [6] C. Zhu and T. H. Hubing, "An active cancellation circuit for reducing electrical noise from three-phase ac motor drivers," *IEEE Trans. Electromagn. Compat.*, vol. 56, no. 1, pp. 60–66, 2014, doi: 10.1109/TEMPC.2013.2267801.

- [7] M. Y. Hariyawan, R. Hidayat, and E. Firmansyah, "The Effects of Spread-Spectrum Techniques in Mitigating Conducted EMI to LED Luminance," vol. x, no. x, pp. 1–12, 2016.
- [8] M. Y. Hariyawan, R. Hidayat, and E. Firmansyah, "Effect of Characteristic Signal Disturbance to Mitigate Conducted EMI towards LED Luminance," 2016.
- [9] L. Xie, X. Ruan, Q. Ji, and Z. Ye, "Shielding-cancellation technique for suppressing common mode EMI in isolated power converters," *2014 IEEE Energy Convers. Congr. Expo. ECCE 2014*, pp. 4769–4776, 2014, doi: 10.1109/ECCE.2014.6954054.
- [10] S. Kim, H. H. Park, J. Kim, J. Kim, and S. Ahn, "Design and analysis of a resonant reactive shield for a wireless power electric vehicle," *IEEE Trans. Microw. Theory Tech.*, vol. 62, no. 4, pp. 1057–1066, 2014, doi: 10.1109/TMTT.2014.2305404.
- [11] M. Ishii and Y. Yamazaki, "A Study on measurement method of *shielding effectiveness* using loop antenna in low-frequency," pp. 749–752, 2014.
- [12] M. Pavlik, I. Kolcunova, and L. Lison, "Measuring the *shielding effectiveness* and reflection of electromagnetic field of building material," *Proc. 2015 16th Int. Sci. Conf. Electr. Power Eng. EPE 2015*, no. 1, pp. 56–59, 2015, doi: 10.1109/EPE.2015.7161186.
- [13] S. Loya, "Analysis of *Shielding effectiveness* in the Electric Field and Magnetic Field and Plane Wave for Infinite Sheet Metals," *Int. J. Electromagn. Appl.*, vol. 6, no. 2, pp. 31–41, 2016, doi: 10.5923/j.ijea.20160602.02.
- [14] H. W. Ott, *Electromagnetic Compatibility Engineering*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2009.
- [15] D. Song, Q. Zhang, H. Xiong, and Y. Shi, "Investigation for *shielding effectiveness* of metal plate," *2013 5th IEEE Int. Symp. Microwave, Antenna, Propag. EMC Technol. Wirel. Commun. MAPE 2013*, pp. 363–366, 2013, doi: 10.1109/MAPE.2013.6689822.
- [16] R. Przesmycki, L. Nowosielski, M. Wnuk, and M. Bugaj, "The laptop casing *shielding effectiveness* measurement."
- [17] N. American and E. Reliability, "Event Risk to the North American Bulk Power System," *System*, no. November 2009, 2010.