

EFEKTIFITAS PEMASANGAN *ABSORBER* TERHADAP KALIBRASI MEDAN ELEKTROMAGNET *OPEN* *STRIPLINE*

Priyo Wibowo

Pusat Penelitian Sistem Mutu dan Teknologi Pengujian (P2SMTP) LIPI
Komplek Puspiptek, Gedung 410 Lt. 2, Serpong, Tangerang 15314
Telp. (021)75871137 Fax. (021)75871137 e-mail : priyo_tenan@plasa.com

ABSTRACT

The effectiveness of 4cm x 4cm x 4cm pyramidal absorber lining arrangement on stripline field strength calibration has been studied in the EN 55020 laboratory at Testing Technology Division, P2SMTP-LIPI. The calibration procedure refers to CISPR 20 using Toyo IM5/A software at 84 frequencies from 0.15 - 150 MHz. The number of calibrations is the representation of absorber combination number. This is needed to get the value of RF voltage stripline average deviations depending on absorber number. The result of the data analysis shows that the maximum decreasing of average deviation voltage is 11.186%. However such installation still gives average deviation 0.689dB above deviation limit of ± 2 dB.

Keywords: *Stripline field strength, Pyramidal absorber, CISPR 20*

PENDAHULUAN

Setiap peralatan listrik dan elektronika selalu memancarkan dan menerima radiasi elektromagnet. Radiasi elektromagnet dapat mengakibatkan interferensi pada berbagai peralatan elektronika baik perangkat audio, video maupun peralatan telekomunikasi. Dalam berbagai kasus, interferensi yang muncul mampu mereduksi performa dan kualitas peralatan elektronika. Secara langsung maupun tidak langsung, hal ini juga berpengaruh pada tingkat keamanan dan kenyamanan dalam penggunaan suatu produk. Oleh karena itu, pengujian *electromagnetic compatibility* (EMC) menjadi bagian penting dalam mendesain peralatan berbasis elektronika dan kelistrikan.¹

Pengujian EMC dibagi menjadi dua, pengujian *electromagnetic interference* (EMI) dan *electromagnetic susceptibility* (EMS). Pengujian EMS yang disebut juga *immunity* biasanya mengacu pada standar IEC dan CISPR. Radiasi elektromagnet dalam pengujian EMS pada umumnya disimulasikan dengan *open*

stripline. Namun *open stripline* yang biasa disebut *stripline* memiliki dua masalah utama. Lebar pita pengujian yang terbatas karena dominasi harmonik di atas frekuensi 200 MHz serta terjadi "kebocoran" energi radiasi yang keluar dari kedua sisi *stripline* dan dapat menyebabkan interferensi². Pengoperasian *stripline* harus dilakukan di dalam *shielded room* untuk menghindari interferensi dari luar dan pemasangan *anechoic lining* (*absorber*) untuk menghindari interferensi akibat pantulan radiasi dari dinding^{2,3}.

Pada penggunaan *stripline*, terjadi penyimpangan kuat medan akibat ralat mekanik, refleksi internal dan radiasi yang biasanya bergantung pada frekuensi. Berdasarkan alasan ini, kalibrasi harus dilakukan untuk setiap *stripline*. Kalibrasi kuat medan di dalam *stripline* untuk pengujian perangkat penerima siaran radio dan televisi dilakukan dengan mengkalibrasi tegangan RF di dalam *stripline* sesuai kurva kalibrasi lampiran F standar CISPR 20.⁴

Efektivitas pemasangan *pyramidal absorber* berdimensi 4cm x 4cm x 4cm terhadap

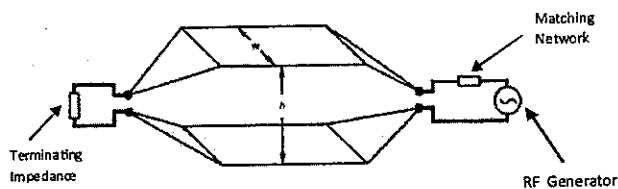
kalibrasi kuat medan elektromagnet *open stripline* di laboratorium pengujian EN 55020 Bidang Teknologi Pengujian, P2SMTP-LIPI akan dibahas dalam tulisan ini. Prosedur pengukuran mengacu pada CISPR 20/EN 55020.

DASAR TEORI

Susceptibility atau *immunity* merupakan kemampuan suatu alat untuk beroperasi secara normal tanpa terpengaruh gangguan (interferensi) elektro magnetik dari luar. Pengujian *immunity* biasanya diperlukan dalam standar EMC untuk berbagai bidang seperti industri elektronik, otomotif, pesawat terbang, kereta api dan peralatan militer. Medan elektromagnet disimulasikan dengan *transverse electro-magnetic cell* (TEM) dengan rentang frekuensi dan kuat medan tertentu. *Stripline* merupakan jenis TEM sederhana yang sering digunakan dalam pengujian pesawat radio dan televisi serta industri otomotif.

Open Stripline

Open stripline seperti ditunjukkan pada Gambar 1 terdiri atas dua pelat konduktor sejajar untuk menghasilkan medan elektro magnet yang seragam. Kedua ujung-ujung pelat didesain meruncing dan disatukan dengan *matching network* agar dapat dihubungkan dengan generator RF (frekuensi radio) pada salah satu ujungnya serta *terminating impedance* pada ujung yang lain. *Stripline* yang digunakan untuk pengujian EMC berdasarkan CISPR 20/EN 55020 harus dapat digunakan untuk menguji EUT (objek uji) setinggi 0,7 m dengan rentang frekuensi 0,15 – 150 MHz.

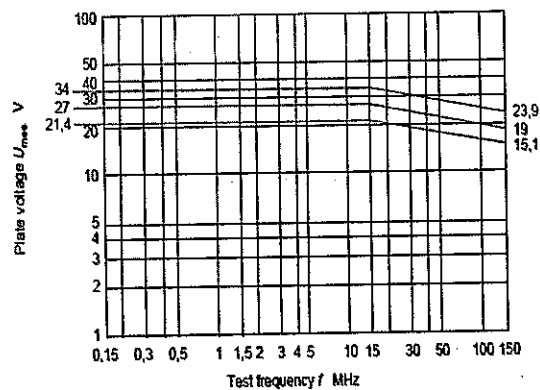


Gambar 1. *Open stripline*

Stripline kosong dengan jarak pelat h (m) dan tegangan masukan U_{in} (V) menghasilkan kuat medan E (V/m) dinyatakan dengan persamaan ⁴:

$$E = \frac{U_{in}}{h} \tag{1}$$

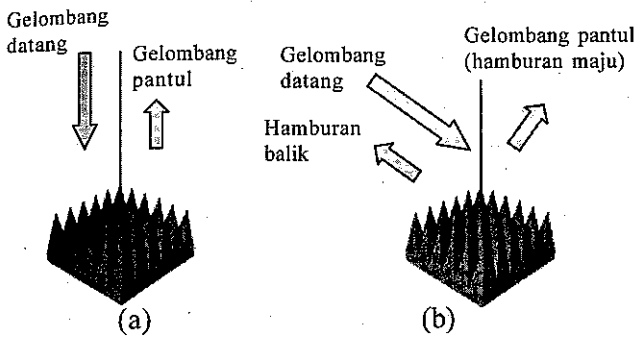
Dalam praktek, kuat medan yang dihasilkan menyimpang dari persamaan (1). Penyimpangan terjadi akibat ralat mekanik, rerugi bahan, refleksi internal, radiasi, dan lain sebagainya. Penyimpangan ini umumnya bergantung pada frekuensi, sehingga harus dilakukan kalibrasi pada *stripline*. Kalibrasi kuat medan *stripline* dilakukan dengan mengukur tegangan RF sebuah pelat berukuran 200 mm x 200 mm yang diletakkan 10 mm di atas pelat bawah *stripline* menggunakan RF mili volt meter atau peralatan yang sejenis dengan rentang frekuensi 0,15–150 MHz. Tegangan yang terukur oleh pelat untuk sinyal tak termodulasi 10 V (e.m.f) dari *signal generator* harus sesuai kurva kalibrasi dengan batas simpangan ± 2 dB dari nilai nominal seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kurva kalibrasi medan elektromagnet *open stripline* ⁴

Absorber

Masalah utama yang timbul dari penggunaan *stripline* adalah lebar pita yang terbatas dan “kebocoran” radiasi elektro magnet ². Di satu sisi *stripline* harus dioperasikan di dalam *shielded room* untuk menghindari interferensi dari lingkungan dan menjaga agar radiasi yang keluar tidak membahayakan lingkungan, namun di sisi yang lain radiasi yang keluar dari *stripline* akan dipantulkan oleh dinding-dinding *shielded room* sehingga menimbulkan interferensi. Interferensi yang terjadi tersebut dapat dikurangi dengan pemasangan *absorber*. Refleksi radiasi pada *absorber* ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Refleksi radiasi pada *absorber*. (a) Gelombang datang sejajar garis normal. (b) Gelombang datang membentuk sudut tertentu terhadap garis normal

Absorber biasanya terbuat dari bahan penyerap radiasi elektro magnet berbentuk piramid atau berujung runcing. Kemampuan terbaiknya ditunjukkan ketika gelombang datang sejajar dengan garis normal terhadap permukaan *absorber* seperti ditunjukkan pada Gambar 3(a). Gelombang datang berangsur-angsur diserap oleh *absorber* sepanjang bidang transisi geometris piramid dengan pemantulan minimum.

Ketika gelombang datang membentuk sudut tertentu terhadap garis normal, gelombang datang dihamburkan dalam dua arah yaitu hamburan maju dan hamburan balik seperti ditunjukkan oleh Gambar 3(b). Hamburan maju telah menjadi perhatian para produsen *absorber* dan menjadi salah satu parameter yang diperhitungkan dalam mendesain *absorber* ⁵.

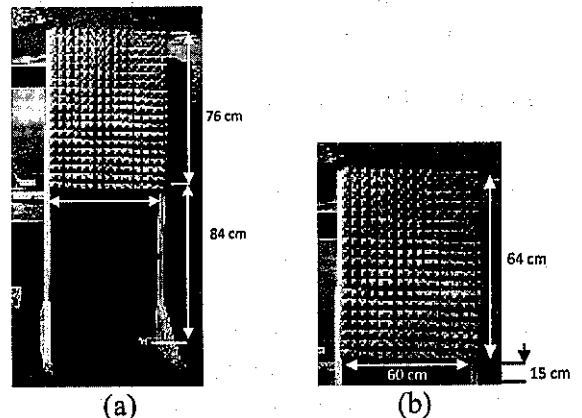
Desain *absorber* tidak hanya memperhitungkan pemantulan sejajar garis normal, karena hamburan yang lain dapat memperburuk keadaan dengan meningkatkan jumlah gelombang datang yang menyebabkan hamburan berikutnya.

Agar berfungsi secara efektif maka ketinggian *absorber* harus lebih besar dari seperempat panjang gelombang frekuensi yang akan diserap sedangkan reflektivitasnya akan menurun secara eksponensial ^{6,7,8}. Untuk radiasi berfrekuensi 150 MHz, dibutuhkan *absorber* yang memiliki ketinggian ± 50 cm.

METODOLOGI

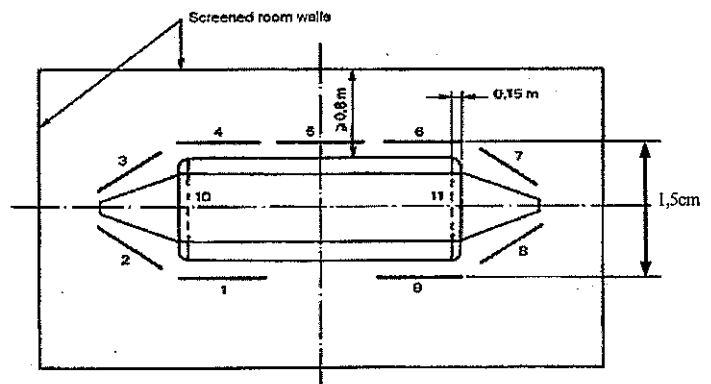
Penelitian dilakukan di laboratorium EMC 1 Bidang Teknologi Pengujian P2SMTP-LIPI. *Stripline*, *absorber* dan perangkat pendukung yang digunakan adalah sistem pengujian EN 55020 produksi JS Denki Pte Ltd tahun 2005.

Sistem ini dioperasikan dengan perangkat lunak Toyo IM5/A versi 3.1. *Stripline* diletakkan di atas meja kayu setinggi 0,8 m dari lantai. Pelat *stripline* bagian atas berada 0,8 m dari atap *shielded room*. *Absorber* terdiri atas 9 *absorber* berpenyangga kayu dengan ketinggian 160 cm dan 2 buah *absorber* dengan ketinggian 80 cm seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Setiap *absorber* disusun oleh piramid berdimensi 4 cm x 4 cm x 4 cm.



Gambar 4. *Pyramidal absorber* dengan penyangga kayu. (a) *Absorber* No. 1-9 dan (b) *absorber* No 10 dan 11

Absorber dikelompokkan menjadi 5 yaitu A, B, C, D dan E menurut posisinya terhadap *stripline* seperti ditunjukkan oleh Gambar 5. Kelima kelompok *absorber* dikombinasi sehingga diperoleh 31 cara pemasangan *absorber* yang dapat digunakan dalam proses kalibrasi. Kalibrasi *stripline* tanpa pemasangan *absorber* digunakan sebagai kontrol. Prosedur kalibrasi mengacu pada lampiran F standar CISPR 20. Kalibrasi dilakukan dengan bantuan perangkat lunak IM5/A menggunakan 84 frekuensi antara 0,15 – 150MHz. Kurva kalibrasi dibuat dengan mengacu pada Gambar 2.



Gambar 5. Pemasangan *absorber* di sekeliling *stripline*

Besar simpangan dari nilai nominal " U " ditentukan dengan menghitung selisih tegangan terukur U_{mes} dengan nilai nominal U_{nom} . Persentase perubahan simpangan tanpa pemasangan *absorber* " U_o " dan setelah pemasangan *absorber* " U_x " dihitung dengan persamaan :

$$D = \frac{\Delta U_x - \Delta U_o}{\Delta U_o} \times 100\% \quad (2)$$

Rata-rata simpangan tegangan RF pada setiap kalibrasi disajikan pada Tabel 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kurva kalibrasi *stripline* tanpa pemasangan *absorber* ditunjukkan pada Gambar 6. Dari Gambar 6 tampak bahwa terjadi penyimpangan tegangan U_{mes} dari nilai nominal pada frekuensi di bawah 35 MHz tetapi relatif masih berada dalam nilai batas. Pada frekuensi 35–150 MHz terjadi fluktuasi tegangan U_{mes} di atas nilai batas. Simpangan tertinggi terjadi pada frekuensi 121 MHz sebesar 10,222 dB. Fluktuasi tegangan terjadi akibat kebocoran energi radiasi dan interferensi akibat pantulan kebocoran energi radiasi dari dinding. Kebocoran radiasi juga menyebabkan fluktuasi tegangan pada semua jenis kombinasi pada frekuensi 35–150 MHz seperti ditunjukkan pada Gambar 7, 8, 9, 10, dan 11.

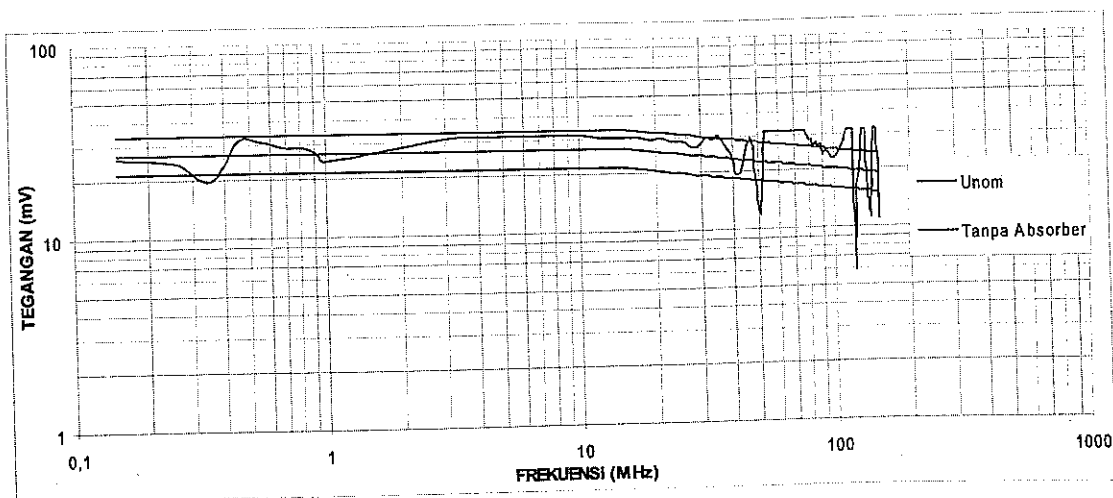
Berdasarkan jumlah kelompok *absorber* yang dikombinasikan, persentase penurunan rata-rata simpangan terbesar terjadi pada pemasangan *absorber* A, AC, ABC, ABCE, dan ABCDE masing-masing 7,443%; 8,999%; 10,093%;

11,186%, dan 10,050%. Beberapa jenis kombinasi malah meningkatkan rata-rata simpangan tegangannya. Peningkatan terbesar terjadi pada pemasangan *absorber* B, BD, CDE, dan BCDE masing-masing 5,719%; 7,990%; 7,990%, dan 5,887%.

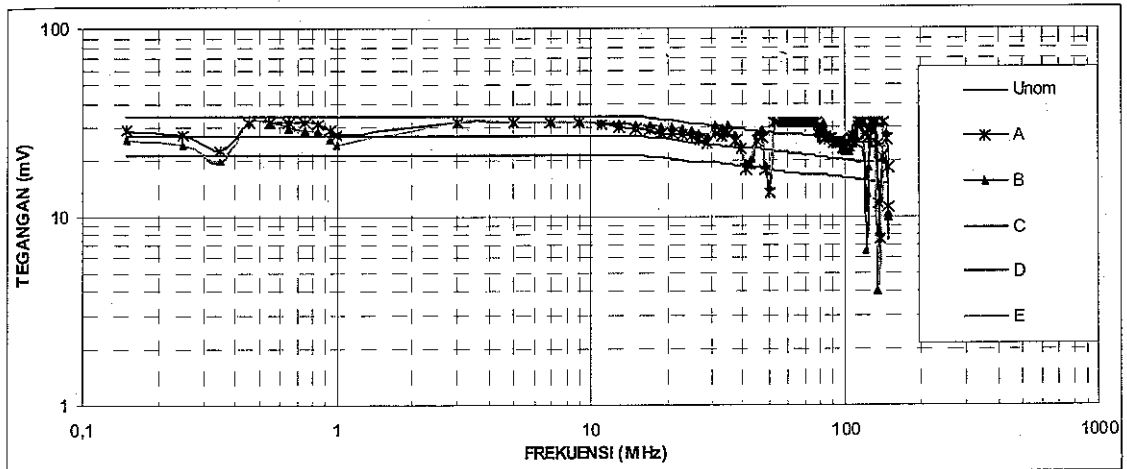
Kombinasi *absorber* yang mengandung A mengakibatkan penurunan rata-rata simpangan yang relatif besar daripada kombinasi yang lain, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 1. Pemasangan *absorber* A berhasil mengurangi terjadinya interferensi radiasi elektro magnet di dalam *stripline*. Interferensi terjadi akibat kebocoran radiasi pada sisi kiri dan kanan *stripline*. Posisi pelat *stripline* sisi kiri dan kanan yang tidak sejajar memungkinkan terjadinya kebocoran radiasi yang lebih besar.

Kombinasi tanpa *absorber* A sebagian besar malah meningkatkan rata-rata simpangan tegangan RF di dalam *stripline*. Peningkatan terjadi karena sebagian kebocoran radiasi diserap *absorber* sedangkan yang lain dihamburkan kembali menuju *stripline*. Selain itu kebocoran radiasi juga dipantulkan kembali menuju *stripline* oleh dinding-dinding *shielded room*. Kedua peristiwa tersebut menghasilkan interferensi yang akhirnya meningkatkan rata-rata simpangan tegangan RF di dalam *stripline*.

Simpangan terendah dicapai pada pemasangan *absorber* ABCDE sebesar 6,157 dB dengan penurunan rata-rata simpangan 10,050% sedangkan penurunan rata-rata simpangan terbesar dicapai pada pemasangan *absorber* ABCE sebesar 11,186% dengan simpangan terbesar 6,201 dB. Walaupun



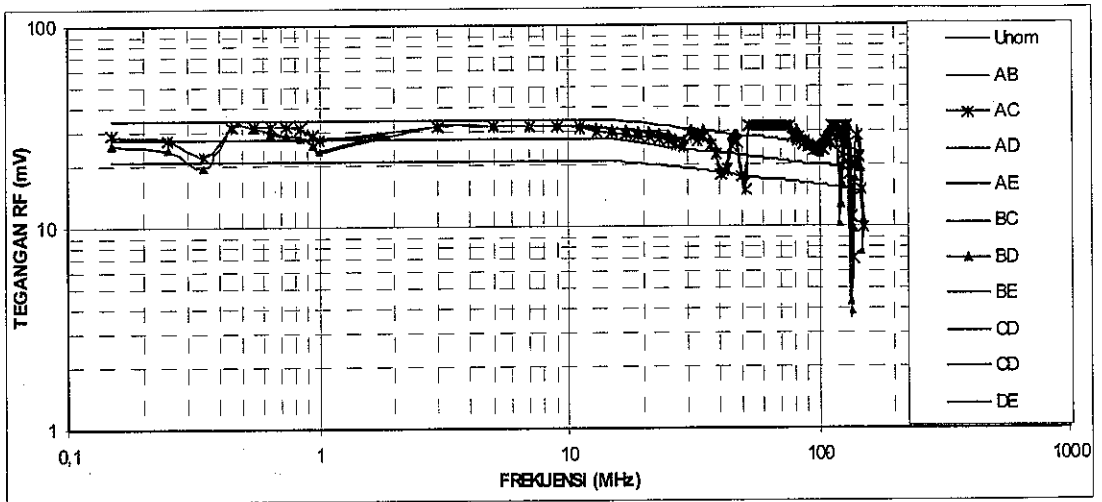
Gambar 6. Kurva kalibrasi tanpa pemasangan *absorber*



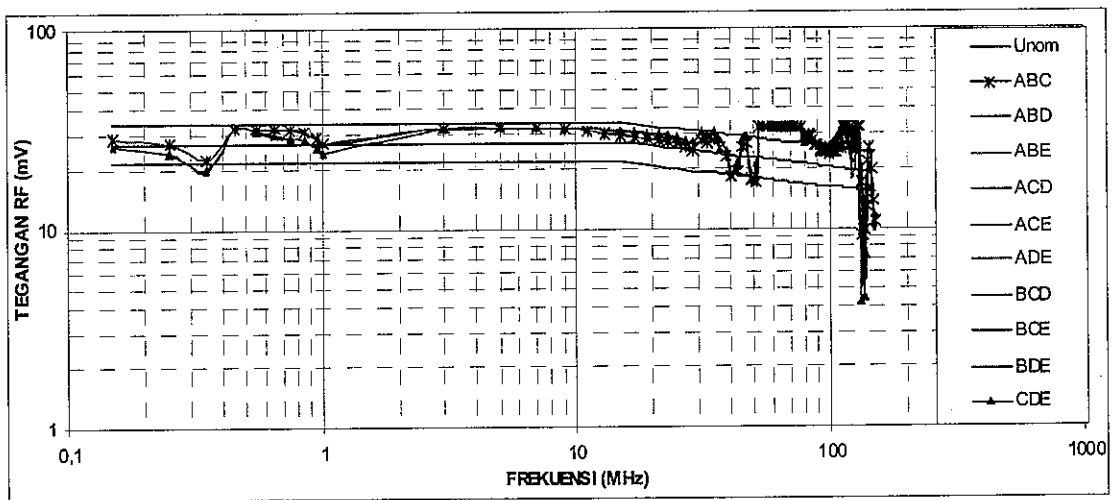
Gambar 7. Kurva kalibrasi dengan kombinasi satu absorber

Tabel 1. Besar Simpangan dengan Variasi Absorber

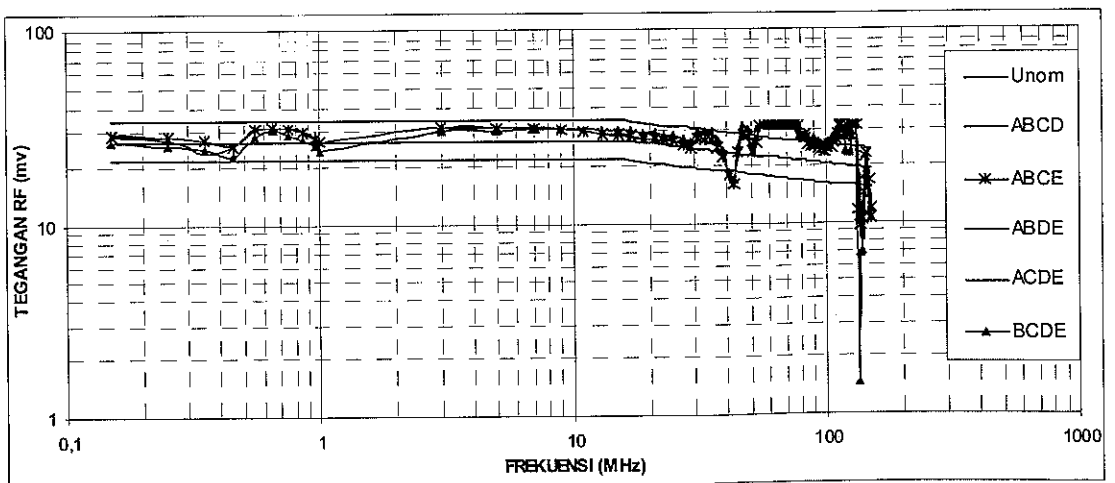
Pemasangan Absorber		Besar Simpangan			Simpangan Terbesar		Perubahan
Jumlah	Jenis	dari <i>Unom</i>		dari <i>Unom</i> ±2dB	Frekuensi	Tegangan	Simpangan
Kelompok	Kombinasi	rata-rata (dB)	deviasi (dB)	rata-rata (dB)	(MHz)	(dB)	D (%)
0	-	2,378	1,535	0,779	121	10,222	-
1	A	2,201	1,439	0,677	139	8,099	-7,443
	B	2,514	2,012	0,942	135	13,569	5,719
	C	2,290	1,457	0,704	137	8,020	-3,701
	D	2,424	1,408	0,769	149	7,713	1,934
	E	2,362	1,752	0,758	137	13,130	-0,673
2	AB	2,206	1,524	0,691	137	9,843	-7,233
	AC	2,164	1,491	0,668	139	8,75	-8,999
	AD	2,177	1,397	0,711	139	8,581	-8,452
	AE	2,211	1,547	0,736	139	7,903	-7,023
	BC	2,271	1,680	0,956	135	10,956	-4,500
	BD	2,568	2,227	0,741	137	14,039	7,990
	BE	2,288	1,693	0,823	135	11,266	-3,785
	CD	2,412	1,760	0,823	137	9,681	1,430
	CE	2,426	1,768	0,808	137	10,682	2,019
	DE	2,563	2,286	0,951	137	14,706	7,780
3	ABC	2,138	1,395	0,647	135	6,405	-10,093
	ABD	2,196	1,555	0,667	137	10,567	-7,653
	ABE	2,191	1,468	0,689	135	7,307	-7,864
	ACD	2,186	1,574	0,681	139	10,852	-8,074
	ACE	2,193	1,545	0,706	139	7,333	-7,780
	ADE	2,226	1,597	0,727	139	9,864	-6,392
	BCD	2,429	1,964	0,859	137	11,446	2,145
	BCE	2,331	1,827	0,777	133	11,951	-1,976
	BDE	2,466	2,106	0,889	133	11,720	3,701
CDE	2,568	2,142	0,926	133	13,261	7,990	
4	ABCD	2,125	1,476	0,682	137	7,393	-10,639
	ABCE	2,112	1,546	0,684	135	6,201	-11,186
	ABDE	2,161	1,546	0,717	137	7,827	-9,125
	ACDE	2,165	1,617	0,733	139	7,736	-8,957
	BCDE	2,518	2,724	0,982	133	22,399	5,887
5	ABCDE	2,139	1,466	0,698	137	6,157	-10,050



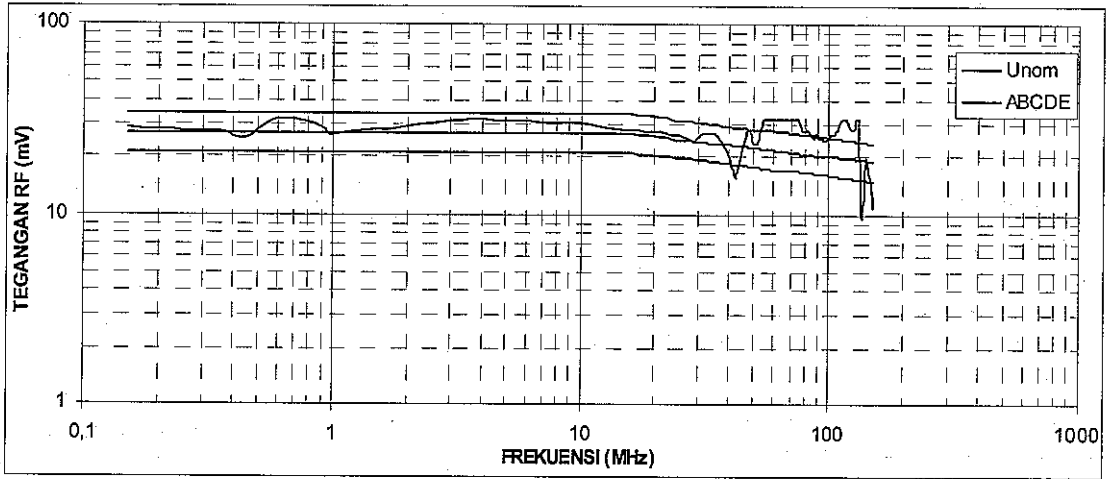
Gambar 8. Kurva kalibrasi dengan dua *absorber*



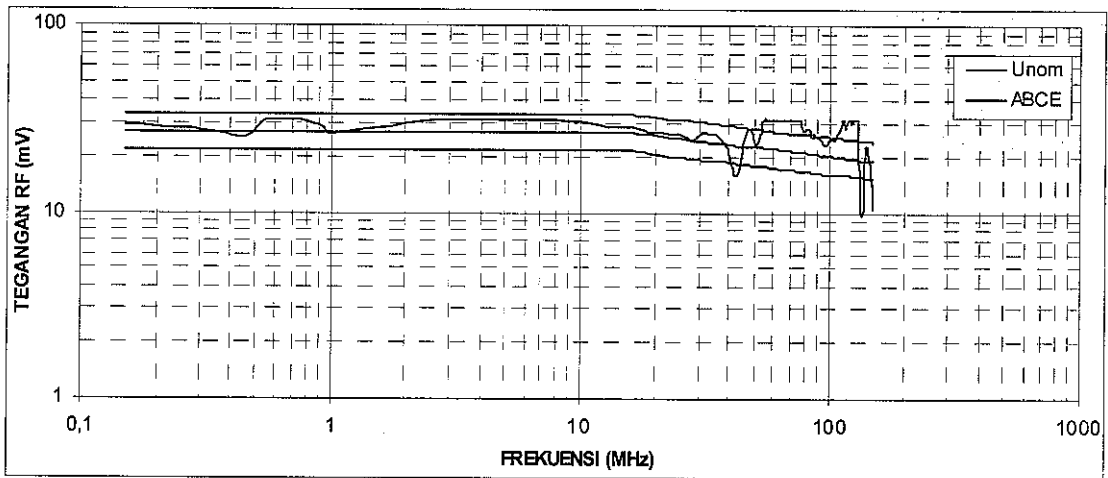
Gambar 9. Kurva kalibrasi dengan kombinasi tiga *absorber*



Gambar 10. Kalibrasi dengan kombinasi empat *absorber*



Gambar 11. Kalibrasi dengan kombinasi lima *absorber*



Gambar 12. Kalibrasi dengan pemasangan *absorber* ABCE

penurunan rata-rata simpangan terendah diperoleh dengan pemasangan *absorber* ABCDE namun pemasangan *absorber* D tidak efektif karena penurunan rata-rata simpangan terbesar dapat diperoleh hanya dengan pemasangan *absorber* ABCE.

Secara keseluruhan pemasangan *absorber* dengan susunan seperti pada Gambar 5 masih belum efektif untuk kalibrasi kuat medan RF *stripline*. Kombinasi terbaik ABCE hanya mampu menurunkan rata-rata simpangan sebesar 11,186% dari tegangan RF *stripline* tanpa menggunakan *absorber*. Pemasangan *absorber* ABCE masih menghasilkan penyimpangan rata-rata 0,698 dB dari batas simpangan 2dB dengan kurva kalibrasi seperti ditunjukkan pada Gambar 12. Pemasangan *absorber* seperti ini masih belum efektif dalam mengatasi kebocoran radiasi yang lebih banyak terjadi pada frekuensi 35–150 MHz.

KESIMPULAN

Pemasangan *pyramidal absorber* berdimensi 4cm x 4cm x 4cm untuk kalibrasi kuat medan RF *stripline* di laboratorium EN 55020 Bidang Teknologi Pengujian, P2SMTP-LIPI masih belum efektif. Penurunan tertinggi rata-rata simpangan tegangan RF diperoleh dengan pemasangan *absorber* ABCE sebesar 11,186%. Pemasangan *absorber* dengan cara ini masih menghasilkan simpangan rata-rata 0,698 dB di atas batas simpangan 2dB. Kebocoran radiasi lebih banyak terjadi pada frekuensi 35-150 MHz sehingga seharusnya digunakan *pyramidal absorber* berdimensi tinggi mendekati 50 cm agar penyerapan kebocoran radiasi lebih efektif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ir. R. Harry Arjadi, M.Sc serta Dr. Basrul

Bahar, M.Eng.Sc. yang telah meluangkan waktu untuk berdiskusi.

DAFTAR PUSTAKA

- ¹Paul, Clayton, R. 1992. *Introduction to Electromagnetic Compatibility*. New York: John Wiley Interscience.
- ²Peterson, Ralf. 1998. "EMC Testing Comes of Age". (www.electronicweekly.com/Articles/1998/09/23/8837/emc-testing-comes-of-age.htm, diakses 28 Juni 2008)
- ³Armstrong Keith and Tim Williams. 2001. "EMC Testing Part 4 – Radiated". *EMC Compliance Journal*. (www.compliance-club.com/archive/Old_Archive/010822.htm, diakses 27 Juni 2008).
- ⁴CISPR 20. 2004. "Sound and Television Broadcast Receivers and Associated Equipment – Immunity Characteristics – Limits and Methods of Measurement". International Electrotechnical Commission, Switzerland.
- ⁵Liu, Kefeng. 2007. EMC Product and Equipment, Chamber. *Conformity Magazine*. (www.conformity.com/artman/publish/printer_173.shtml, diakses 23 Mei 2008).
- ⁶Chung, B.-K., and H.T. Chuah. 2003. "Modeling of RF Absorber for Application in The Design of Anechoic Chamber". *Progress In Electromagnetics Research*, PIER 43: 273–285
- ⁷Dash, Glen. 2005. "How RF Anechoic Chambers Work". (www.glendash.com/Dash_of_EMC/Anechoic_Chambers/Anechoic_Chambers.pdf, diakses 02 Juni 2008).
- ⁸Kefeng, Liu. 1997. "EMC Absorbers and Indoor EMC Test Chambers". (http://subscribe.interference-technology.com/ArchivedArticles/shielded_rooms_and_enclosures/I97art27.htm?regid=, diakses 03 Juni 2008).