

KAJIAN OPERASIONAL LABORATORIUM PENGUJIAN ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY UNTUK PERANGKAT NUKLIR

Achmad Suntoro, Riswal Nafi Siregar, Hari Nurcahyadi, Leli Yuniarsari
Pusat Rekayasa Fasilitas Nuklir – BATAN
Gedung 71 Kawasan PUSPIPTEK Serpong, Tangerang Selatan 15314
suntoro@batan.go.id

ABSTRAK

KAJIAN OPERASIONAL LABORATORIUM PENGUJIAN ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) UNTUK PERANGKAT NUKLIR. Perkembangan teknologi elektronik / kelistrikan telah merambah ke berbagai bidang teknologi lain termasuk teknologi nuklir. Gelombang elektromagnetik merupakan salah satu dari unsur teknologi yang digunakan, dan dalam penggunaannya mempunyai dampak positif maupun negatif. Untuk itu diperlukan peraturan dalam bentuk standard yang harus dipatuhi bagi pengguna teknologi elektronik / kelistrikan tersebut. Dalam makalah ini akan dikaji pentingnya standarisasi-EMC perangkat beserta laboratorium pengujinya yang terakreditasi dan persyaratan tambahan untuk laboratorium pengujian-EMC instrumentasi nuklir. Beberapa standard-EMC beserta laboratorium pengujianya dan perangkat hukum yang terkait dengan pemanfaatan sumber radioaktif dikaji untuk mendapatkan informasi bagaimana pengujian-EMC untuk instrumentasi nuklir harus dijalankan. Standard SNI/IEC tentang EMC, Standard SNI ISO/IEC 17025 tentang laboratorium pengujian, UU. RI. Nomor 10 Tahun 1997, PP. RI No.33 Tahun 2007, PP. RI No. 5 Tahun 2021, dan Peraturan BAPETEN No.6 Tahun 2015 menjadi dasar tindakan dalam penentuan operasional laboratorium pengujian-EMC tersebut. Laboratorium pengujian-EMC untuk perangkat nuklir yang memerlukan sumber radioaktif dalam pemanfaatannya dapat dilaksanakan pada laboratorium Pengujian-EMC umum dengan tambahan persyaratan keberadaan Petugas Proteksi & Keamanan Radiasi serta Program Proteksi & Keamanan Radiasi ketika pengujian dijalankan. Izin keberadaan sumber radioaktif ketika proses pengujian berlangsung ada pada pemilik perangkat nuklir yang diuji, yang dapat didelegasikan pada petugas yang ditunjuk ketika pengujian berlangsung.

Kata kunci : Elektromagnetik Kompatibilitas, Pengujian-EMC, Akreditasi, perangkat nuklir.

ABSTRACT

A STUDY OF OPERATIONAL ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) TESTING LABORATORY FOR NUCLEAR EQUIPMENT. The development of electronic / electrical technology has penetrated into various other technological fields including nuclear technology. Electromagnetic wave is one of the elements of the technology used, and its use has both positive and negative impacts. For this reason, regulations are needed in the form of standards that must be obeyed by producers of the electronic / electrical technology. In this paper, we will examine the importance of EMC-standardization of equipment and their accredited testing laboratories as well as additional requirements for nuclear equipment EMC-testing laboratories. Several EMC-standards along with their testing laboratories and legal instruments related to the use of radioactive sources were reviewed to obtain information on how EMC-testing for nuclear equipment should be carried out. Standard SNI/IEC on EMC, Standard SNI ISO/IEC 17025 on testing laboratories, UU. RI. Number 10 of 1997, PP. RI No.33 of 2007, PP. RI No. 5 of 2021, and BAPETEN Regulation No. 6 of 2015 became the basis for action in determining the operation of the EMC-testing laboratory. EMC-testing laboratories for nuclear equipment requiring a radioactive source may be conducted in general EMC-Testing laboratories with an additional requirement of the presence of a Radiation Protection & Safety Officer and a Radiation Protection & Safety Program when the test is run. Permission for the presence of a radioactive material rests to the owner of the nuclear equipment being tested, which can be delegated to the officer appointed during the test.

Keywords: Electromagnetic Compatibility, EMC-testing, accreditation, nuclear equipment.

1. PENDAHULUAN

Gelombang elektromagnetik adalah gabungan dari gelombang medan magnet dan medan listrik yang timbul sebagai akibat adanya percepatan gerak muatan listrik. Ketika perangkat elektronik menerima gelombang elektromagnetik dari lingkungannya yang tidak diinginkan, maka rangkaian elektronik pada perangkat tersebut akan terinduksi (mendapat tegangan atau arus listrik). Hal ini dapat menyebabkan operasi dari perangkat mengalami gangguan sehingga perangkat bekerja secara tidak benar, dan jika energi gelombang elektromagnetik pengganggu tersebut terlalu kuat, maka perangkat elektronik tersebut dapat menjadi rusak.

Oleh karena itu, semua produk perangkat yang berpotensi bisa menjadi korban atau penghasil gelombang elektromagnetik harus mengikuti standard *Electromagnetic Compatibility* (EMC) yang ditetapkan sebelum produk tersebut digunakan oleh publik. Untuk menyingkat penulisan dalam makalah ini, yang dimaksud dengan perangkat adalah termasuk instrumentasi, modul, komponen, dan sistem transmisi yang terlibat / pembangun perangkat tersebut. EMC adalah kemampuan perangkat untuk beroperasi sesuai dengan desainnya di lingkungan gelombang elektromagnetik tanpa terganggu dan mengganggu perangkat lain disekitarnya^[1]. Pengujian harus dilakukan untuk membuktikan kepatuhan produk terhadap standard yang harus dipenuhi tersebut. Untuk itu diperlukan laboratorium pengujian yang kompeten dan mampu memberikan hasil pengujian yang sah. Laboratorium pengujian yang demikian itu bisa diperoleh jika laboratorium tersebut memenuhi standar kompetensi laboratorium pengujian yang mengikuti standard ISO/IEC 17025:2017. Standard tersebut merupakan standard laboratorium pengujian secara umum^[2], dan telah diadopsi menjadi SNI ISO/IEC 17025:2017 oleh Standar Nasional Indonesia (SNI)^[3]. Badan Standardisasi Nasional (BSN), sebagai lembaga yang ditunjuk pemerintah Indonesia untuk mengeluarkan sertifikat akreditasi laboratorium pengujian, mengacu pada standar tersebut. Dengan demikian, seluruh laboratorium pengujian dan/atau laboratorium kalibrasi yang telah diakreditasi harus mengikuti SNI ISO/IEC 17025:2017.

Peran komponen elektronik / kelistrikan pada perangkat nuklir cukup besar^[4, 5], sehingga uji mengikuti standar-EMC perlu dilakukan. Proses teknis pengujian-EMC tersebut sama dengan perangkat lainnya namun dengan tambahan persyaratan, karena keberadaan sumber radioaktif dalam proses pengujiannya. Sumber radioaktif tersebut merupakan bagian dari perangkat nuklir yang diuji dan bukan bagian dari perangkat laboratorium pengujian-EMC. Dalam makalah ini akan dibahas persyaratan tambahan laboratorium pengujian-EMC untuk pengujian perangkat nuklir agar laboratorium pengujian-EMC perangkat non-nuklir yang telah ada dapat juga dikembangkan untuk pengujian-EMC perangkat nuklir, mengingat jumlah pemakaian perangkat nuklir dewasa ini makin meningkat.

2. DASAR TEORI

2.1 *Electromagnetic Compatibility* (EMC)

Sumber gelombang elektromagnetik dapat berasal dari fenomena alam seperti petir dan pelepasan (*discharge*) listrik statis, serta dari produk buatan manusia seperti perangkat komunikasi, industri, rumah tangga, dan lainnya. Jika suatu perangkat elektronik menjadi sumber noise elektromagnetik, maka terjadinya noise tersebut disebut dengan emisi (*emission of noise*). Sebaliknya, jika suatu perangkat elektronik menjadi korban dari noise tersebut, maka toleransi terhadap noise tersebut disebut dengan kekebalan atau imunitas (*immunity*). Sumber noise buatan manusia pada awal era keberadaan perangkat elektronik di tahun 1960an jumlahnya masih terbatas. Dewasa ini perkembangan teknologi terutama teknologi digital dimana frekwensi tinggi banyak digunakan untuk mendapatkan kualitas hasil yang lebih baik, hal ini akan

meningkatkan potensi emisi. Demikian juga penggunaan tegangan kerja yang rendah pada perangkat digital, akan berpotensi menurunkan imunitas^[6]. Kecenderungan penggunaan teknologi digital untuk menggantikan teknologi analog terjadi juga di Instrumentasi & Kendali instalasi Pusat Listrik Tenaga Nuklir (PLTN)^[7].

Gangguan noise elektromagnetik ini telah terjadi di berbagai tempat dan perangkat. Sebagai contoh, sistem informasi analog maupun digital di Jepang pernah mengalami gangguan noise elektromagnetik yang dikeluarkan oleh sistem inverter dari energi surya disekitar lokasinya^[8]. Di China, survey yang dilakukan pada sistem instrumentasi & kendali PLTN antara tahun 1980 s/d 1991 diperoleh data bahwa 8% kegagalannya disebabkan oleh noise elektromagnetik lingkungan^[9]. Demikian juga terjadi pada sistem transmisi alat ukur flux netron Reaktor Nuklir Kartini Yogyakarta, pernah terganggu oleh noise elektromagnetik background, karena permasalahan *shielding* kabel transmisinya^[10]. Selain itu, hampir semua *Printed Circuit Board* (PCB) untuk rangkaian digital merupakan potensi besar sebagai sumber noise tersebut^[8]. Upaya mengatasi emisi pada PCB telah banyak dilakukan, diantaranya dengan memperbaiki desain *layout* pada PCB^[11], dan menggunakan *metamaterial* yang disebut *Electromagnetic Band Gap* (EBG) pada PCB^[12]. Usaha untuk mengatasi problem noise elektromagnetik ini terus dilakukan seiring dengan perkembangan teknologi.

Noise elektromagnetik tersebut timbul mengikuti hukum alam, yang secara bersamaan hukum alam tersebut juga digunakan pada level teknis oleh masing-masing perangkat dalam operasionalnya. Noise tersebut memang tidak mungkin untuk dihilangkan, tetapi memungkinkan untuk dikendalikan. Proses pengendalian (emisi maupun imunitas) dapat dilakukan dimulai dari ketika perangkat dalam proses desain^[11, 12, 13], sehingga memiliki emisi rendah dan imunitas tinggi. Penelitian (secara sampling) pengukuran emisi elektromagnetik pada perangkat kedokteran di rumah sakit di Indonesia pada tahun 2019 diperoleh data bahwa nilainya dibawah ambang batas aman yang ditetapkan oleh IRPA dan ICNIRP^[14]. Hal ini menunjukkan bahwa noise elektromagnetik dapat dikendalikan. Oleh karena itu regulasi / aturan bahwa tiap perangkat harus memiliki faktor emisi dan imunitas tertentu sehingga tidak saling mengganggu sangat diperlukan, sehingga semua perangkat dapat bekerja secara optimal sesuai dengan spesifikasinya^[1, 15, 16]. Standar-EMC (*Electromagnetic Compatibility*) adalah salah satu bentuk aturan tersebut, yang diberlakukan juga oleh sistem Standar Nasional Indonesia (SNI). Detail dari pola pengujian dan batasan dari SNI dalam hal EMC banyak mengacu pada standar EMC dari *International Electrotechnical Commission* (IEC).

2.2 Pengujian *Electromagnetic Compatibility* (EMC)

Pengujian-EMC digunakan untuk memastikan bahwa obyek atau perangkat tertentu memenuhi standard-EMC tertentu^[13]. Ada banyak jenis standard-EMC yang ada di dunia ini yang umum digunakan. Standard-standard tersebut dikeluarkan oleh negara atau perserikatan / perkumpulan organisasi, diantaranya adalah:

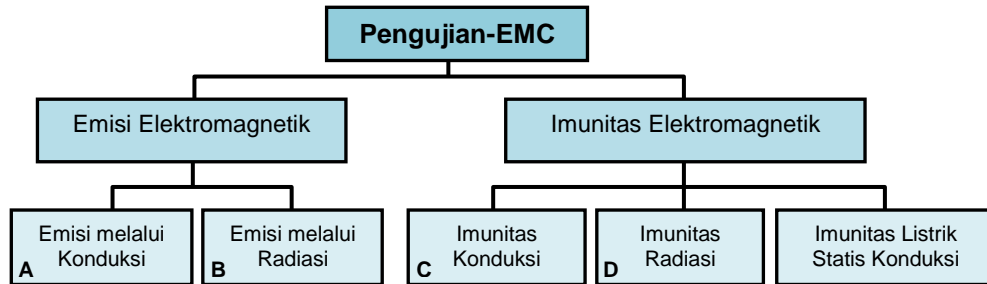
- CISPR: *Comite International Special des Perturbations Radio* atau komisi khusus internasional untuk proteksi gelombang radio.
- IEC: *International Electrotechnical Commission* atau komisi internasional perihal ke-elektroteknik-an.
- ISO: *International Organization for Standardization* atau organisasi internasional yang menangani perihal standarisasi.
- EN: Standar yang berlaku untuk negara-negara di Eropa.

Perkumpulan organisasi tersebut secara umum membuat pola standard-EMC nya serupa, terjadi perbedaan pada hal-hal yang spesifik dalam hal batasan dan metoda pengukuran serta pengujiannya. Klasifikasi standard-EMC pada umumnya ditetapkan dalam tiga kategori^[15].

- Ditetapkan oleh pemerintah setempat, dalam hal ini ketetapan tersebut harus di

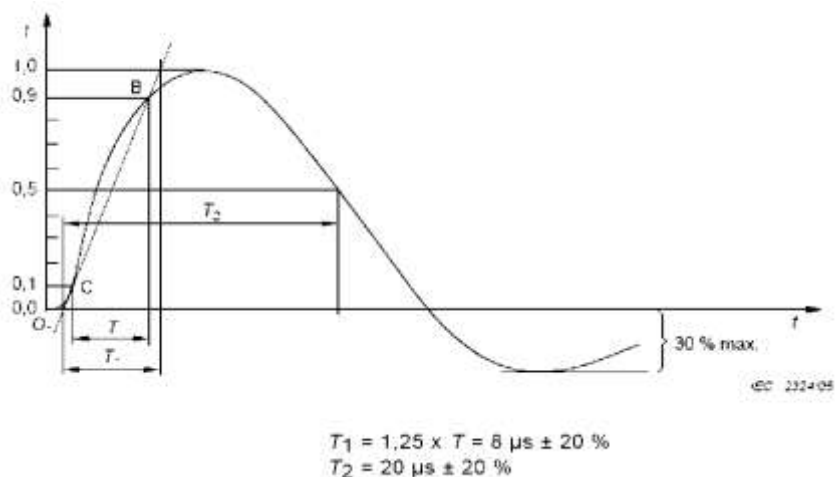
- ikuti jika perangkat beroperasi di negara bersangkutan.
- Ditetapkan oleh fabrikasi pembuat produk. Ketentuan ini merupakan salah satu bentuk deklarasi spesifikasi dari fabrikasi tentang produk yang dibuatnya.
 - Ditetapkan oleh militer atau suatu badan tertentu dalam pemerintahan.

Pengujian-EMC dikelompokkan jenisnya yang mendasar menjadi pengujian emisi dan pengujian imunitas^[1]. Emisi dibatasi karena jika melewati batas yang ditentukan dapat mengganggu perangkat lain, dan juga imunitas diberi batasan sehingga perangkat tidak mudah terganggu. Pola pengujian-EMC yang sering dilakukan ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pola Pengujian EMC.

Bentuk gelombang uji pada masing-masing kotak Uji A, B C dan D pada Gambar 1 bervariasi dan menjadi jenis pengujian yang disediakan dalam standar pengujian, diantaranya yaitu *surge*, *dip*, dan *burst*. Bentuk gelombang pengujian mana yang harus digunakan tergantung dari standard-EMC yang digunakan dalam pengujian. Sebagai contoh, standard-EMC IEC 61000-4-5 adalah standard-EMC untuk perangkat kelistrikan dan elektronik yang digunakan untuk batasan imunitas terhadap terjadinya lonjakan tegangan/ arus (*surge*), tetapi tidak termasuk pengujian isolator nya^[17]. Kondisi ini untukantisipasi perangkat dalam menghadapi peristiwa alam petir dan tindakan *switching* pada daya listrik yang besar. Standard ini diadopsi oleh SNI. Di dalam standard ini akan ditentukan level besar/tinggi nya gelombang gangguan, perangkat ujinya, bagaimana kondisi pengujian dilakukan, dan prosedur pengujiannya.



Gambar 2. Contoh salah satu bentuk gelombang pengujian *surge*^[17].

Level tegangan *transient* pada standar ini dari 0.5 s/d 4.0 Kilo-Volt atau kondisi khusus yang ditentukan tersendiri nilainya. Salah satu bentuk gelombang *surge* ditunjukkan pada Gambar 2. Detail rangkaian pengujian dan variasi pengujian nya ada

pada standar SNI/IEC 61000-4-5^[17]. Pada umumnya perangkat pengujian, oleh pabrik pembuat perangkat uji, telah disiapkan pilihan-pilihan pengujian sesuai dengan standard sehingga memudahkan dalam proses pengujian.

2.3 Penggunaan Radiasi Nuklir pada Laboratorium Pengujian EMC

Laboratorium pengujian-EMC untuk perangkat nuklir berpotensi menggunakan sumber radioaktif, maka undang-undang dan peraturan yang berkaitan dengan sumber radioaktif akan menjadi rambu-rambu dalam operasionalnya. Berikut adalah beberapa rambu-rambu hukum yang perlu dikaji dalam menentukan persyaratan operasional laboratorium pengujian-EMC tersebut.

- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran mengharuskan adanya ijin operasional dan keberadaan petugas proteksi radiasi terhadap setiap pemanfaatan zat nuklir.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2002 tentang Keselamatan Pengangkutan Zat Radioaktif.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 33 Tahun 2007 tentang Keselamatan Radiasi Pengion dan Keamanan sumber Radioaktif
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 29 Tahun 2008, tentang Perizinan Pemanfaatan Sumber Radiasi Pengion dan Bahan Nuklir.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2014, Tentang Perizinan Instalasi Nuklir dan Pemanfaatan Bahan Nuklir
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2021, Tentang Penyelenggaraan Perizinan Berusaha Berbasis Risiko
- Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) Nomor 4 Tahun 2013 tentang Proteksi dan Keselamatan Radiasi dalam Pemanfaatan Tenaga Nuklir.
- Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) Nomor 6 Tahun 2015 tentang Keamanan Sumber Radioaktif.

Keberadaan sumber radioaktif menjadi penyebab dibentuknya rambu-rambu hukum diatas, sehingga status sumber radioaktif pada laboratorium bersangkutan akan menjadi penentu bagaimana operasional laboratorium harus dijalankan. Keharusan adanya izin atas keberadaan sumber radioaktif, petugas Proteksi & Keselamatan Radiasi, dan keberadaan Program Proteksi & Keselamatan Radiasi adalah persyaratan tambahan yang harus dipenuhi, jika laboratorium bersangkutan terjaring oleh rambu-rambu hukum diatas.

2.4 Akreditasi Laboratorium Uji EMC

Tindakan untuk akreditasi pada sebuah laboratorium pengujian adalah agar laboratorium pengujian tersebut menjadi baik dan benar untuk mencapai mutu data hasil pengujiannya, yaitu mutu data hasil pengujian yang konsisten. Kondisi ini diperoleh karena pengujian di laboratorium yang terakreditasi selalu dengan perencanaan, dan ketika rencana tersebut dilaksanakan selalu dipantau, direkam, serta dibuat laporan hasil pelaksanaannya. Persyaratan keselamatan dan kesehatan kerja serta ketidak berpihakan melekat menjadi bagian dalam operasional laboratorium tersebut. Dengan demikian, laboratorium pengujian yang terakreditasi berpotensi besar untuk dapat menghindari ketidak sesuaian sehingga menghasilkan data yang valid, yang dapat dipertanggung jawabkan baik secara ilmiah maupun secara hukum.

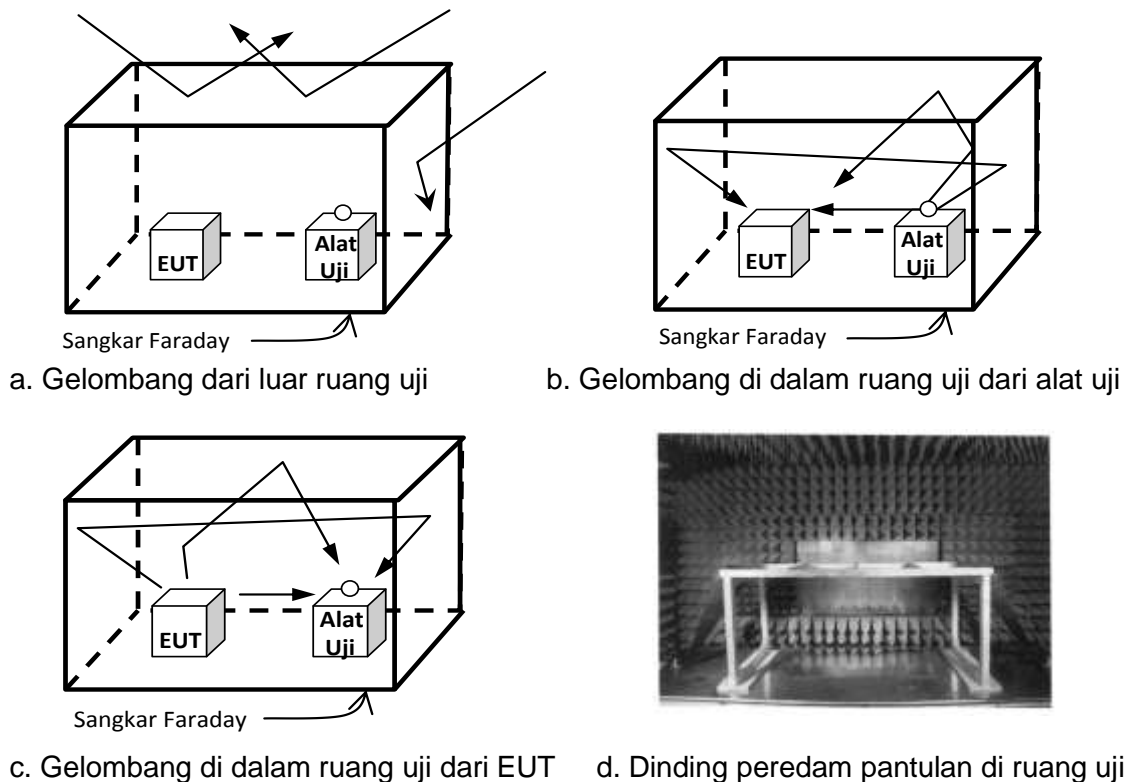
Di Indonesia, pelaksana akreditasi berdasarkan SNI ISO/IEC 1705:2017 dilakukan oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN), yang dibentuk berdasarkan Keputusan Presiden Nomor 78 tahun 2001, yaitu melaksanakan tugas dari Badan Standardisasi Nasional (BSN) di bidang akreditasi. KAN adalah lembaga nonstruktural di bawah dan bertanggung jawab kepada Presiden Republik Indonesia sebagai amanah pelaksanaan UU Nomor 20 tahun 2014 tentang standardisasi^[18]. Salah satu tugas

utama KAN adalah memberikan akreditasi kepada laboratorium pengujian. Akreditasi yang dikeluarkan KAN sudah diakui oleh negara kawasan Asia Pasifik, karena sudah mempunyai perjanjian saling mengakui^[19].

3. TATA KERJA

3.1 Laboratorium Pengujian *Electromagnetic Compatibility* (EMC)

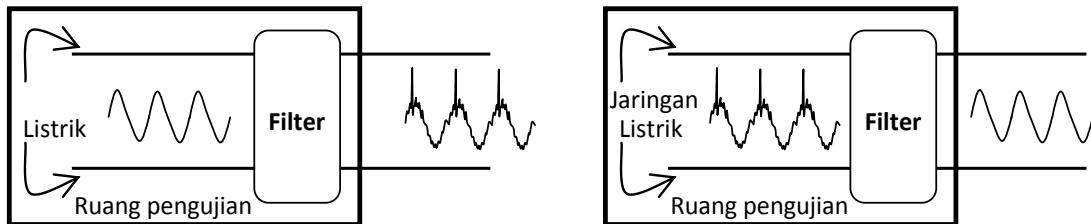
Untuk membuktikan kepatuhan terhadap standar yang telah ditetapkan, diperlukan laboratorium pengujian, yaitu laboratorium pengujian-EMC. Pengujian EMC tersebut telah banyak diwajibkan oleh badan-badan otoritas dunia^[20]. Dunia industri saat ini juga telah menerapkan pengujian EMC dengan berbagai jenis standard-nya. Untuk tujuan tersebut fasilitas pengujian harus menyediakan ruang uji EMC yang benar, yaitu dengan konsep bahwa obyek yang diuji dan alat penguji tidak mendapat gangguan, sehingga hasil uji benar-benar hanya berasal dari response emisi atau imunitas dalam pengujian saja. Gambar 3 memperlihatkan contoh ruang uji jalur radiasi untuk emisi maupun imunitas dalam rangka mencegah interferensi gelombang elektromagnetik lain pada saat pengujian.



Gambar 3. Penggunaan shielding Sangkar Faraday dan dinding peredam.

Untuk menyingkat penulisan dalam makalah ini, selanjutnya perangkat yang diuji disingkat dengan EUT (*Equipment Under Test*). Pada Gambar 3.a gangguan gelombang elektromagnetik dari luar ruang-uji yang dilengkapi sangkar Faraday akan ditolak untuk masuk ke ruang-uji. Namun demikian gelombang elektromagnetik dari alat uji dan EUT masih berpotensi menimbulkan gangguan dalam pengujian karena adanya pantulan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.b dan 3.c. Oleh karena itu pantulan gelombang elektromagnetik di dinding ruang-uji harus diredam, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.d, disamping dinding ruang-uji tersebut menggunakan sangkar Faraday.

Hal serupa dilakukan pada pengujian gangguan melalui jalur konduksi. Untuk pengujian konduksi digunakan penyaring (*filter*) untuk mencegah masuk dan keluarnya gelombang gangguan ke dan dari ruang uji melalui jaringan perkabelan, karena sinyal gangguan dimasukkan ke jaringan perkabelan. Dengan demikian sinyal gangguan hanya berada di ruang uji untuk digunakan dalam pengujian dan tidak menyebar atau kemasukan dari luar ruang uji, seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Pada umumnya filter tersebut menjadi kesatuan dengan perangkat uji, artinya perangkat uji telah menyiapkan perangkatnya dengan kelengkapan *filter* tersebut berupa transformator isolasi, perangkat *decoupling*, dan komponen kelistrikan peredam *transient* serta *filter* frekwensi tinggi.



a. Gangguan dari luar jaringan tidak masuk. b. Gangguan dari pengujian tidak keluar.

Gambar 4. Filter gangguan jaringan (konduksi) kelistrikan.

Selain fasilitas ruang uji, perangkat uji-EMC juga harus disediakan. Pusat Rekayasa Fasilitas Nuklir (PRFN) BATAN saat ini telah memiliki perangkat uji-EMC hanya untuk uji imunitas. Dari petunjuk operasional perangkat uji tersebut, jenis standard EMC yang mampu dilakukan adalah:

IEC/EN 61000 4-4	IEC/EN 61000 4-9	IEC/EN 61000 4-29
IEC/EN 61000 4-5	IEC/EN 61000 4-11	EN 61000 6-1
IEC/EN 61000 4-8	IEC/EN 61000 4-12	EN 61000 6-2

Namun demikian, PRFN-BATAN belum memiliki fasilitas ruang sangkar Faraday beserta peredam pantulan gelombang elektromagnetik di ruang ujinya. Selama ini perangkat tersebut hanya digunakan untuk uji-coba awal dalam proses desain dan konstruksi perangkat nuklir yang dikembangkan dalam program kerjanya.

3.2 Program Proteksi & Keselamatan Radiasi

Untuk mengurangi potensi bahaya radiasi ketika proses pengujian dilakukan, maka Program Proteksi & Keselamatan Radiasi harus dijalankan untuk untuk pengujian yang menggunakan sumber radioaktif. Program proteksi & keselamatan radiasi merupakan tindakan terencana dan sistematis dalam rangka melindungi bahaya radiasi kepada pekerja, anggota masyarakat dan lingkungan hidup^[21].

Elemen-elemen yang harus tercakup didalam Program Proteksi dan Keselamatan radiasi pada kegiatan yang melibatkan keberadaan sumber radioaktif adalah^[22]:

1. Organisasi proteksi radiasi
2. Seleksi dan pelatihan personil
3. Pengendalian bahaya radiasi di tempat kerja
4. Pengawasan bahaya radiasi bagi anggota masyarakat
5. Rencana penanggulangan keadaan darurat
6. Pelaksanaan jaminan kualitas mutu

Dari butir-butir elemen Program Proteksi & Keselamatan Radiasi tersebut diatas, dapat diketahui bahwa PRFN-BATAN telah siap dan memiliki Program tersebut serta terbiasa menggunakannya. Sehingga syarat keberadaan Petugas Radiasi pada Lab-Uji EMC jika kelak PRFN memiliki lab-uji EMC tersebut bukan merupakan kendala. Bagi

instansi lain yang dalam kesehariannya tidak ber-interaksi dengan sumber radioaktif merupakan kendala untuk pengujian-EMC perangkat / instrumentasi nuklir.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Di Indonesia jumlah laboratorium pengujian-EMC masih sangat terbatas jika dibandingkan dengan meningkatnya produk-produk industri kelistrikan / elektronik^[23]. Dari acara Pertemuan Masyarakat EMC yang diselenggarakan tahun 2014 oleh LIPI, diketahui bahwa total jumlah laboratorium EMC (kalibrasi dan pengujian) yang ada di Indonesia saat itu (milik swasta dan pemerintah) ada sebanyak 13 laboratorium^[24]. Namun demikian, tercatat hingga September 2021 tidak satupun laboratorium pengujian-EMC tercatat terakreditasi oleh KAN (dari 1300 laboratorium pengujian yang diakreditasi)^[25]. Dari data tersebut terlihat bahwa ada satu laboratorium pengujian-EMC yang dicabut akreditasinya oleh KAN pada Juli 2020. Jadi saat ini berdasarkan status data KAN tersebut, Indonesia tidak memiliki laboratorium pengujian-EMC yang terakreditasi oleh KAN, dan juga yang siap untuk pengujian-EMC perangkat nuklir secara mandiri tentunya.

Pengawasan pemanfaatan tenaga nuklir (termasuk pengawasan penggunaan sumber radioaktif) telah diatur dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran harus diawasi dan diatur oleh Pemerintah dalam hal ini BAPETEN. Berdasarkan Peraturan BAPETEN No.6 Tahun 2015 tentang Keamanan Sumber Radioaktif, maka kategori penggunaan sumber radioaktif pada Laboratorium uji EMC adalah perihal keterkaitannya fasilitas uji dengan keberadaan sumber radioaktif. Dalam hal ini dapat dikategorikan sebagai pemindahan sumber radioaktif dan persinggahan sementara (transit), karena sumber radioaktif tsb melekat (menjadi kesatuan/perengkapan) pada EUT. Laboratorium uji EMC sebagai fasilitas uji tidak memerlukan sumber radioaktif dan tidak melakukan pengujian terkait sumber radioaktif. Standar pengujian-EMC mensyaratkan bahwa EUT harus dalam kondisi normalnya ketika beroperasi saat diuji^[17] (dalam hal ini EUT menggunakan sumber radioaktif). Oleh karena itu pemindahan adalah pemindahan sumber radioaktif dari lokasi asal EUT menuju ke laboratorium uji dan kembali ke lokasi asal EUT, serta transit adalah kondisi ketika pengujian berlangsung.

Keberadaan sumber radioaktif tersebut di laboratorium pengujian-EMC bukan merupakan usaha penyimpanan sumber radioaktif sementara seperti yang tercantum pada PP No. 5 Tahun 2021 Pasal 53 ayat (1) & (2).p.14 tentang usaha penyimpanan sementara sumber radioaktif, dan juga bukan sebagai bagian pengujian perangkat radiografi seperti yang dimaksud ayat (5).a.4 tentang laboratorium uji peralatan radiografi industri pada PP tersebut. Titik berat pengujian-EMC adalah pada pengaruh gelombang elektromagnetik secara radiasi maupun konduksi dalam hal emisi maupun imunitas dari EUT. Keberadaan sumber radioaktif merupakan bagian dari EUT.

Oleh karena itu pembangunan laboratorium Uji EMC untuk perangkat nuklir yang memerlukan sumber radioaktif tidak perlu harus mendapatkan izin dari Bapeten, izin keberadaan radioaktif tersebut harus dimiliki oleh pemilik EUT dan izin tersebut bisa didelegasikan kepada petugas yang ditunjuk pada fasilitas pengujian ketika pengujian berlangsung, hal ini sesuai dengan Pasal 4 ayat (1) dan Pasal 8 ayat (4) dari PP No.33 Tahun 2007.

Ketika pengujian yang diperlukan adalah keberadaan Petugas Proteksi & Keselamatan Radiasi dan Program Proteksi & Keselamatan Radiasi, sesuai dengan Pasal 2 pada PP No.33 Tahun 2007. Namun demikian, laboratorium EMC yang menguji perangkat yang memerlukan sumber radioaktif dalam operasi pengujiannya sebaiknya menyiapkan secara fisik infra-struktur perpindahan dan tempat persinggahan sementara sumber radioaktif dengan orientasi untuk keselamatan. Hal ini sesuai dengan Perka Bapeten No.06 Tahun 2015, tentang Keamanan Sumber Radioaktif.

5. KESIMPULAN

Gangguan gelombang elektromagnetik dilingkungan kehidupan masyarakat makin hari makin meningkat seiring dengan bertambahnya perangkat yang berpotensi menjadi penyebab gangguan tersebut. Pengaturan agar tiap perangkat harus memiliki faktor emisi dan imunitas tertentu terhadap gelombang elektromagnetik sehingga tidak saling mengganggu sangat diperlukan, sehingga semua perangkat dapat bekerja secara optimal sesuai dengan spesifikasinya, dan aturan ini disebut regulasi noise serta standard-EMC adalah salah satu bentuk aturan tersebut.

Keberadaan laboratorium pengujian-EMC yang terakreditasi di Indonesia, baik laboratorium untuk pengujian perangkat nuklir maupun non-nuklir perlu diadakan. Hal ini perlu karena dari data status Komite Akreditasi Nasional (KAN) hingga 1 September 2021 tidak ada satu pun laboratorium pengujian-EMC yang terakreditasi di Indonesia sehingga pengujian-EMC tentu dilakukan di luar Indonesia yang seharusnya bisa dilakukan di Indonesia. Kondisi tersebut perlu diperbaiki.

Persyaratan umum laboratorium pengujian-EMC untuk perangkat nuklir dan non-nuklir adalah sama. Laboratorium pengujian-EMC untuk perangkat nuklir tidak perlu harus mendapatkan izin dari Bapeten, akan tetapi diperlukan keberadaan Petugas Proteksi & Keselamatan Radiasi dan Program Proteksi & Keselamatan Radiasi ketika pengujian menggunakan sumber radioaktif tersebut berlangsung.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Demxko R, Mello C, Ward B. *EMI Solution*, 2020, Technical Paper, AVX A Kyocera Group Company.
- [2] Elfriede D P, Kusumaningrum HD, Lioe HN, 2018, *Kajian Persyaratan Teknos Laboratorium Pengujian di Industri Susu Terhadap Produk Infant Formula Sesuai ISO 17025:2017.*, Jurnal Standardisasi Volume 20 Nomor 3, November: Hal 171 - 179.
- [3] Faridah D N, Erawan D, Sutriah K, Hadi A, Budiantari F, *Implementasi SNI ISO/IEC 17025:2017 Persyaratan Umum Kompetensi Laboratorium Pengujian dan Laboratorium Kalibrasi*, 2018, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- [4] Jiménez F J R., 2010, *Contribuciones del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares al Avance de la Ciencia y la Tecnología en México.*, Chapter 22: *Nuclear electronics instrumentation.*, Edición Conmemorativa, <http://www.inin.gob.mx/documentos/publicaciones/contridelinin/Chapter%2022.pdf> diakses Juli 2021.
- [5] Suibel Schuppner, 2018, *Advanced Sensors and Instrumentation.*, Office of Nuclear Energy, U.S. Department of Energy.
- [6] Antonescu, C & Ewing, Paul, 2001, *EMI/RFI and Power Surge Withstand Guidance for the US Nuclear Regulatory Commission.*, Scientific and Technical Information, U.S. Dept. of Energy.
- [7] Grganic H, Grgic D, Sadek S., 2020, *Room Classification Based on EMC Conditions in Nuclear Power Plants.*, Energies., Energies 13, 359; doi:10.3390/en13020359.
- [8] Anonim. *Case Studies of Telecommunication Failure Caused by Electromagnetic Noinse from Inverters.*, NTT Technical Review Vol. 18 No. 6 June 2020..
- [9] Fu M, Li J, Chang X., 2016, *Research On Electromagnetic Compatibility and Electronic Compatibility Standard of Instrument Control Equipment in Nuclear Power Plant.*, International Forum on Energy, Environment and Sustainable Development (IFEESD).
- [10] Suntoro A, Shobari I, Subchan M, Taxwim, Wagirin., 2019, *Analisis Penyimpangan Nilai Kondisi Awal Flux Netron Hasil Baca Kanal Daya NLW2 Pada SIK Reaktor Nuklir Kartini.*, PRIMA. Vol. 16, No. 1 Juni 2019.

- [11] Hardiati S., 2008, *Pengendalian Electromagnetic Interference (EMI) Printed Circuit Board (PCB) dalam Perkembangan Peralatan Elektronik.*, INKOM, Jurnal Informatika Sistem Kendali, dan Komputer., Vol. 2, No. 2.
- [12] Toyao H, Hankui E, Kobayas H, Ando T., April 2014, *Electromagnetic Noise Suppression Technology Using Metamaterial - Its Practical Implementation.*, NEC Technological Journal., Special Issue on SDN and Its Impact on Advanced ICT Systems., Vol. 8, No. 2..
- [13] Christos C., 2007, *Principles and Techniques of Electromagnetic Compatibility.*, second edition., CRC Press., New York..
- [14] Wijaya N H, Kartika W, Utari A R D., Oktober 2019, *Deteksi Radiasi Gelombang Elektromagnetik dari Peralatan Medis dan Elektronik di Rumah Sakit.*, Jurnal ECOTIPE, Volume 6, No.2, Hal. 102-106.
- [15] Sengupta D L, Liepa VV., 2006, *Applied Electromagnetics and Electromagnetic Compatibility.*, Wiley Interscience, A John Wiley & Sons Inc. Publication., New Jersey.
- [16] Helvoort M, Malenhorst M., 2019., *EMC for Installers - Electromagnetic Compatibility of Systems and Installation.*, CRC Press., New York.
- [17] Badan Standardisasi Nasional., 2013. SNI/IEC 61000-4-5:2013 *Kompatibilitas elektromagnetik (EMC) – Bagian 4-5 Teknik Pengukuran dan Pengujian ketebalan kejut.* BSN. Jakarta.
- [18] Faridah D N, dkk, 2018, *Implementasi SNI ISO/IEC 17025:2017 Persyaratan Umum Kompetensi Laboratorium Pengujian dan Laboratorium Kalibrasi.*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- [19] Elfriede D P, Kusumaningrum H D, Lioe F N., November 2018, *Kajian Persyaratan Teknis Laboratorium Pengujian di Industri Susu Terhadap Produk Infant Formula Sesuai ISO 17025:2017.*, Jurnal Standardisasi Volume 20 Nomor 3, Hal 171 – 179.
- [20] LUNCĂ E, Alexandru SĂLCEANU and Silviu URSACHE, , 2009, *EMC Testing Education According to the ISO/IEC 17025 Quality System Requirements.*, ACTA ELECTROTEHNICA, Mediamira Science Publisher, Volume 50, Number 3 https://www.researchgate.net/publication/267562308_EMC_Testing_Education_According_to_the_ISOIEC_17025_Quality_System_Requirements?enrichId=rgreq-98eb75bb1f9025b139c34cc9347228cc-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzI2NzU2MjMwODtBUzozNTc5NzI2ODY0NTg4OD-BAMTQ2MjM1ODc0NzAxMg%3D%3D&el=1_x_3&_esc=publicationCoverPdf , Diakses Januari 2021.
- [21] Nazaroh, Suhaedi M, dan Wurdianto G., 2016, *Penerapan Proteksi dan Keselamatan Radiasi di Fasilitas Radioterapi-LINAC.*, Prosiding Seminar Keselamatan Nuklir.
- [22] Jumpeno E B., , Agustus 2000, *Program Proteksi Radiasi Bidang Radiografi Industri di Pusdiklat BATAN.*, Widyanuklida, Vol. 13. No.2.
- [23] Harian Kompas. edisi 13 Juni 2016.
- [24] LIPI., *Infrastruktur-dan-Permasalahan-Kalibrasi-Laboratorium-EMC-di-Indonesia.*, <http://smtp.lipi.go.id/berita345-Infrastruktur-dan-Permasalahan-Kalibrasi-Laboratorium-EMC-di-Indonesia.html> ., diakses 1 September 2021.
- [25] BSN-KAN., *Direktori Klien Laboratorium Penguji.*, <http://kan.or.id/index.php/documents/terakreditasi/doc17020/sni-iso-iec-17025/laboratorium-penguji> ., diakses 1 September 2021.