

Pengendalian Electromagnetic Interference (EMI) Printed Circuit Board (PCB) dalam Perkembangan Peralatan Elektronik

Sri Hardiati

Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi - LIPI

ash_egt@yahoo.com

Abstrak

Electromagnetic Interference (EMI) merupakan persoalan dalam sistem maupun subsistem. Perkembangan produk elektronik dengan menggunakan sistem desain elektronik digital dan dengan menerapkan komponen microprocessor bertambah pesat, maka desain produk elektronik terutama yang menggunakan sistem rangkaian digital merupakan sumber Electromagnetic Interference (EMI), yang dapat mengganggu pengoperasian produk elektronik yang berada disekitarnya. Komponen –komponen elektronik yang terpasang pada Printed Circuit Board (PCB) akan saling berinteraksi satu dengan yang lain yang juga merupakan sumber EMI dan dapat mempengaruhi kinerja (performance) dari sistem produk elektroniknya sendiri.

Persoalan EMI diatas dapat dikendalikan dengan mengurangi pancaran radiasi elektromagnetik dari komponen –komponen yang ada dalam sistem suatu produk. Dalam paper ini , dibahas mengenai sumber noise yang timbul dari PCB dan sistem pengendalian EMI yang dilakukan melalui PCB.

Kata kunci EMI, PCB, Radiasi Electromagnetic.

1. Pendahuluan

Perkembangan komputer dan produk elektronik *digital* dengan menggunakan *desain microprocessor* sangat pesat sekali , hal ini akan menghasilkan pancaran gelombang elektromag-netik dan apabila pancaran gelombang elektro-magnetik tidak dibatasi , maka pancaran gelombang elektromagnetik akan mengganggu dalam komunikasi radio. Dan perlu diperhatikan apa-bila beberapa sistem produk elektronik yang kompleks ini diinstalasi pada airport , dalam pesawat terbang ataupun kapal laut, maka pancaran radiasi elektromagnetik yang dihasilkan oleh produk elektronik akan meng-ganggu peralatan lain disekitarnya .

Sumber radiasi elektromagnetik yang mengurangi performance dari suatu peralatan atau sistem dan mengganggu pengoperasian normal terhadap peralatan atau sistem lain dikenal sebagai *Electromagnetic Interference* (EMI).

Adapun kemampuan dari sistem untuk melakukan fungsi individu tanpa mengganggu sistem lain dikenal sebagai *Electromagnetic Compatibility* (EMC).

Dalam produk elektronik EMI dapat diha-silkan dari bermacam-macam sumber antara lain komponen-komponen elektronik, wiring, *Printed Circuit Board* (PCB) dsb. PCB merupakan sumber dari sebagian besar pancaran EMI yang perlu direncanakan, agar pancaran radiasi dari PCB dapat terkendalikan .Pengendalian EMI dari PCB merupakan salah satu dari beberapa sumber EMI yang tercakup dalam produk elektronik yang perlu diperhatikan, karena PCB merupakan tempat komponen-komponen yang akan berinteraksi antara komponen satu dengan yang lain melalui jalur PCB.

Untuk mengatasi EMI dari suatu produk elektronik diperlukan pengendalian pancaran elektromagnetik sesuai dengan batas-batas pancaran radiasi yang mengacu pada standard EMI yang sudah diakui oleh

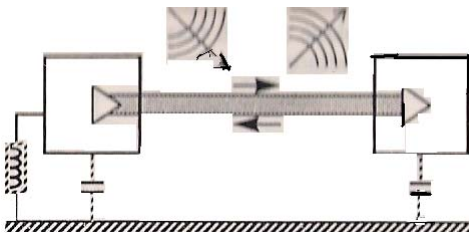
internasional antara lain FCC, CISPR. Pengendalian EMI dapat dilakukan antara lain dari *desain* PCB, yang hal ini bertujuan untuk mengurangi EMI. Masalah EMI dalam PCB meliputi *common impedance coupling*, *crosstalk*, pembangkitan radiasi dari jalur PCB yang membawa arus dan *noise* yang terjadi melalui *loop* radiasi yang dibentuk oleh interkoneksi wiring dan jalur PCB.

2. Diskripsi *Electromagnetic Interference (EMI)*

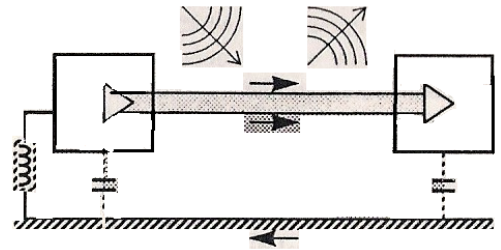
Electromagnetic Interference (EMI) terdiri dari setiap sinyal yang tidak dikehendaki, sinyal, sinyal konduksi dan sinyal radiasi yang berasal dari elektrik dan dapat menurunkan kinerja (*performance*) suatu *system* atau peralatan. Sifat alami EMI secara dasar adalah *electrical* dengan pancaran yang tidak diinginkan yaitu pancaran konduksi berupa suatu tegangan (V) dan arus (A) serta pancaran radiasi yaitu medan listrik (V/m) dan medan magnet (A/m). EMI dapat berupa *transient*, *impulse* atau *steady state* dan sinyal EMI dapat *narrow band* atau *broadband*. [1]

Propagasi pancaran konduksi, pancaran radiasi yaitu medan magnet dan medan listrik menggunakan sistem propagasi melalui material atau udara. Sistem pengkopelan radiasi antara sumber dan penerima dengan cara melalui udara atau material. Sistem pengkopelan konduksi antara sumber EMI dan penerima yaitu melalui saluran konduksi yang mana arus mengalir.

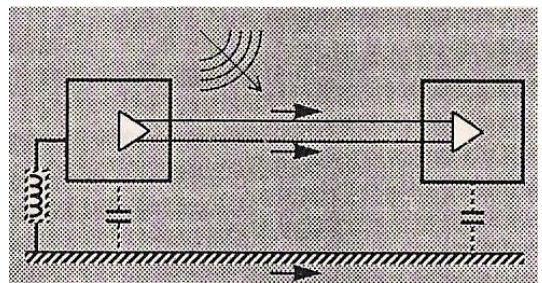
Model pengkopelan radiasi dapat dijelaskan seperti gambar: 1,2,3, yaitu *differential mode*, *common mode*, dan *antenna mode*. [2]



Gambar 1 Differential mode



Gambar 2 Common mode

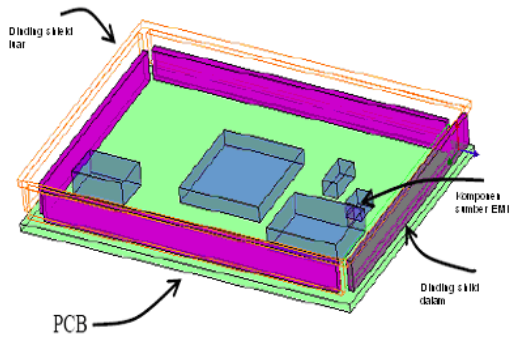


Gambar 3 Antenna mode

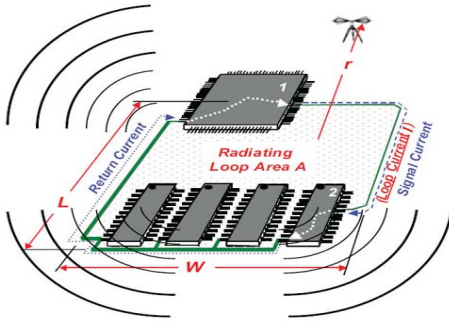
3. Sumber EMI dari PCB

Sumber *noise* PCB terdiri dari sumber *noise* yang disengaja meliputi sumber *loop-mode* dan sumber *common mode*. Dan sumber *noise* yang tidak disengaja yaitu meliputi *common mode*, pengkopelan cakap silang (*crosstalk*) terhadap jalur sinyal *input-output*, bidang power dan struktur board bagian atas.

PCB (*Printed Circuit board*) merupakan tempat komponen-komponen aktif maupun pasif yang semuanya berperan di dalam pancaran elektromagnetik. Sumber pancaran EMI yang ditimbulkan dari PCB adalah arus yang mengalir dalam rangkaian elektronik yang melekat pada PCB. Tipe arus pada bidang PCB ada 2 yaitu : *common-mode* dan *differential mode*. Arus *common mode* kecil dibandingkan *differential mode*, tetapi kedua-duanya dapat menyebabkan pancaran radiasi. Jalur pancaran radiasi dari *differential mode* dapat dilihat dalam gambar 5.



Gambar 4 Penempatan komponen pada PCB.



Gambar 5 Radiasi differential- mode dari PCB

Mekanisme terjadinya sumber EMI yang timbul dari PCB dapat dihasilkan dari jenis komponen *logic* dengan kecepatan tinggi yang berbahaya dalam masalah EMI. Pertimbangan-pertimbangan masalah EMI ini adalah :

- pengkopelan impedansi lebih cepat disebabkan impedansi dari pencatuan (*supply*) dan *ground wire*
- Cakap silang terjadi lebih efisien sebab sinyal frekuensi tinggi secara efektif terkopel melalui kapasitansi parasit dalam *wiring* dan jalur PCB.
- Radiasi sinyal frekuensi tinggi lebih efektif sebab dimensi *loop* sinyal menjadi sebanding dengan panjang gelombang dari frekuensi clock dan frekuensi harmonisnya.
- Desain frekuensi tinggi merupakan masalah dari impedansi mismatch yang menyebabkan refleksi pada saluran sinyal .

Penyebab utama dari pancaran EMI dinamakan *common mode currents*. Common mode current ini berada pada lokasi **PCB** , yang kondisi ini tidak pernah diharapkan. Kemudian *common mode current* terkopel pada *input* atau *output* kabel terdekat yang menyebabkan pancaran.

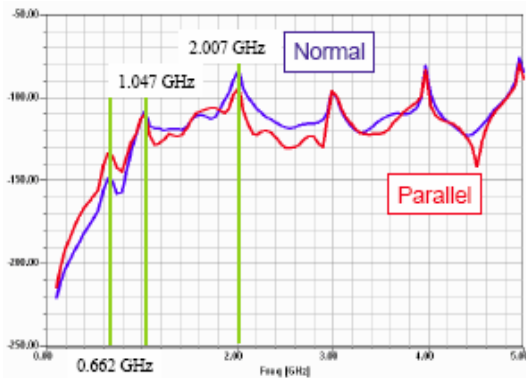
Gangguan arus (*interference current*) yang timbul dari *common mode* dari *ground noise* dikembangkan melalui PCB atau peralatan lain dan mengalir sepanjang konduktor atau sepanjang *shield cable*. Efek yang sederhana adalah kapasitansi antara jalur pada PCB membangkitkan *noise* dari *ground external*, antara PCB *ground reference* dengan *ground external*. Model jaringan untuk arus yang membalik yaitu diinjeksikan ke dalam kabel yang dihubungkan ke PCB.

Masalah *Common Impedance Coupling* dalam PCB timbul bila sinyal *analog* dan sinyal *digital* dicampur pada PCB yang sama, terutama jika sinyal analog balik, *logic return* dan *power return* dengan semua jalur PCB sama. Arus balik akan mengalir melalui impedansi *ground* terbatas dan menimbulkan suatu *common-mode voltage* yang lebih tinggi dari *noise* rangkaian *analog* dan *digital* yang dihubungkan *common return*. Impedansi dari jalur PCB sangat penting sebab ini selalu merupakan sumber persoalan *common impedance coupling*. Dan nilai dari impedansi tergantung dari frekuensi ,lebar jalur PCB,ketebalan PCB dan panjang jalur PCB.

Untuk menggambarkan masalah *common impedance coupling* yaitu arus transisi *gate* frekuensi tinggi cenderung ke beban dan turun ke terminal daya (*power bus*) yang mempunyai impedansi internal tinggi pada frekuensi transisi. Jika tegangan *drop* pada *bus* terjadi, maka ini merupakan , *noise immunity* yang lebih tinggi dari *logic*, sehingga timbul masalah mengenai EMI.

Jalur PCB mempunyai sifat seperti antenna dan elemen tersebut tidak disengaja mentransfer energi lewat medan listrik ,magnet atau medan elektromagnetik yang tergabung dengan rangkaian.

Pancaran radiasi dari PCB seperti small loop Antena yang membawa arus gangguan (interference). Simulasi pancaran electromagnetic dari PCB terlihat dalam gambar : 6. Dilihat dari gambar , pancaran spectrum dari PCB memperlihatkan puncak –puncak yang terpisah, hal ini berhubungan dengan resonansi – resonansi pada pencatutan daya.

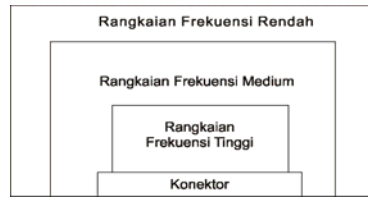


Gambar 6 Simulasi spektrum Pancaran elektromagnetik dari PCB

4. Sistem Pengendalian Pancaran EMI

Sistem pengendalian EMI dapat dilakukan dengan mengurangi pancaran EMI melalui PCB. Dengan memperhatikan sistem desain layout PCB dan jalur sinyal pada PCB, maka dapat mengurangi masalah EMI seperti *common impedance coupling* melalui *power supply* dan pancaran radiasi, pengendalian jalur sinyal PCB untuk mengurangi mismatch. Teknik pengendalian dari desain PCB dari *Layout logic* disarankan:

- Memperhatikan jalur PCB dan desain interkoneksi .
- Pemisahan rangkaian analog level rendah dan rangkaian digital hal ini menghindari masalah *common impedance coupling*.
- Penggunaan perbedaan area untuk high, medium dan logic kecepatan rendah.



Gambar 7 Pembagian desain Lay out Board

Dengan *Layout board optimum* seperti gambar : 7 ,ini bertujuan untuk mengurangi cakup silang intracard, *common impedance coupling*, pancaran radiasi dan kepekaan (susceptibility). Pemisahan tipe ini mengakibatkan jalur sinyal PCB pendek, yang membawa arus frekuensi tinggi, yang kontribusi utama pada *common impedance coupling*, cakup silang dan radiasi..

Desain jalur sinyal PCB dan interkoneksi secara umum, mempunyai ketentuan jalur sinyal harus sekecil mungkin yang terbuat dari tembaga. Ini terutama diterapkan bila sistem power distribusi sudah ada, maka jalur sinyal benar-benar lebih kecil dari system distribusi power , dimana ruang (*space*) dapat menimbulkan suatu masalah , dan impedansi karakteristik dari jalur PCB harus dikendalikan untuk mencegah agar tidak terjadi impedansi mismatch.

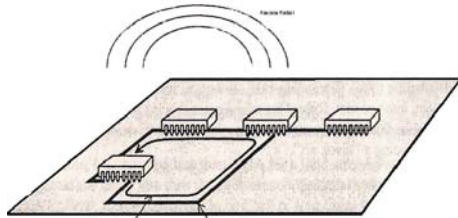
5. Analisa dan Pembahasan

Persoalan pancaran radiasi dan konduksi dari produk elektronik diperlukan batas-batas, sehingga tidak akan mengganggu pengoperasian terhadap produk elektronik pengoperasian dari produk tersebut. Persoalan utama dari produk elektronik dengan menggunakan *microprocessor* adalah persoalan pancaran EMI terutama dalam PCB. Jumlah teknik rangkaian dan desain PCB diperlukan untuk mengendalikan radiasi EMI frekuensi tinggi.

Untuk mengurangi pancaran radiasi dan konduksi yang potensial dari desain PCB board dalam penempatan komponen pada PCB yaitu:

- Mengurangi pancaran radiasi dan konduksi dari jalur PCB.

- Mengurangi pancaran radiasi dan konduksi kabel *off-board* atau *mother board* yang dihubungkan ke PCB atau sistem.



Gambar 8 Pancaran radiasi PCB

Dari gambar 8 dapat dilihat arus mengalir membentuk suatu *Loop*, dan kuat medan dari loop pada jarak 10 m dapat diberikan dalam persamaan: [2]

$$E = 263 \cdot 10^{-12} (F^2 \cdot A \cdot I_s) \text{ volts per m}$$

E: kuat medan listrik maksimum.

F: frekuensi (MHz)

A: Area loop (cm²)

I_s : Sumber Arus (mA).

Sebagai contoh jika A= 10cm², I_s= 10 mA, dan F= 40 MHz, maka Kuat medan (E) = 32,48 dBμV/m.

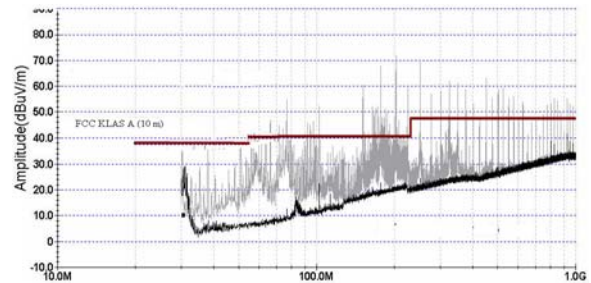
Menurut Standard FCC, Batas pancaran radiasi `jarak 10 m, untuk peralatan digital klas A (yaitu peralatan umum yang ada di pasaran dan digunakan dalam komersial, industri dan lingkungan bisnis) diberikan dalam tabel :1 [3]

Tabel 1 Standrad FCC Batas Pancaran Radiasi 10m

Frekuensi (MHz)	dBμ V/m
30-80	39
88-216	43,5
216-960	46
>960	49,5

Contoh Pancaran radiasi dari desain PCB, harus memenuhi standard FCC diperlihatkan dalam gambar 9. dari gambar dapat diuraikan sebagai berikut; desain PCB bagus dengan peren-canaan EMC, bila terletak dibawah garis batas yang berwarna

merah dan terletak diatas garis batas, bi adalah desain tanpa memperhatikan perencanaan EMC.



Gambar 9 Pancaran radiasi desain PCB

6. Kesimpulan

EMI dipandang sebagai masalah dalam suatu sistem , dimana setiap rangkaian board, terminal daya , komponen, jalur-jalur sinyal pada PCB dan kabel, tergabung membentuk sumber noise.

Berdasarkan hasil analisa maka desain layot PCB merupakan kunci untuk pengendalian EMI, sebab ini akan mempermudah jalur PCB untuk membawa arus sinyal. Layout PCB dikatakan *performance* bagus , bila memberikan langsung saluran arus balik yang pendek.

Level batas dari sumber EMI tidak dapat mengeliminasi persoalan EMI, tetapi hanya dapat mengurangi potensi EMI.

7. Daftar pustaka

- [1] J.L. Norman Violette, Ph.D.; Donald R.J. White, MSEE; Michael F. Violette, BSEE “ Electromagnetic Compatibility Handbook “, Van Nostrand Reinhold Company, New York 1987.
- [2] Tim Williams, “ EMC For Product Designers“, Newnes , second edition 1996.
- [3] Clyton R Paul , “ Introduction To Electromagnetic Compatibility, John Wiley & Sons, Inc, 1992.
- [4] Wott Henry, “ Noise Reduction Techniques in Electronic Systems”,

John Wiley & Sons, Second Edition ,
copy right 1988.