

## PERANCANGAN DAN REALISASI KOPLING OPTIK PADA SISTEM POWER LINE COMMUNICATION TEGANGAN RENDAH

Favian Dewanta<sup>1</sup>, Erna Sri Sugesti<sup>2</sup>, Basuki Rahmat<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

---

### Abstrak

Kanal PLC merupakan media transmisi yang cukup buruk. Karakteristik kanal ini adalah banyaknya noise, multipath propagation, impedansi yang cukup rendah dan berubah terhadap waktu, distorsi dan lain sebagainya. Selain itu, kanal tersebut telah ada sinyal power 50 Hz dengan amplitudo yang besar sehingga dapat merusak perangkat transmisi jika keluaran langsung dihubungkan ke kanal tanpa adanya suatu rangkaian adapter.

Salah satu solusi untuk mengatasi hal tersebut adalah menggunakan rangkaian kopling.

Rangkaian ini berfungsi untuk meredam sinyal power 50 Hz dan meloloskan sinyal informasi dari dan ke kanal PLC. Selain itu, rangkaian ini juga berfungsi memberikan isolasi terhadap dua buah sistem.

Tugas Akhir ini membahas perancangan dan realisasi kopling optik dan sistem pengujian kinerja kopling optik. Sistem ini merupakan suatu prototype transmitter dan receiver data digital dengan modulasi FSK menggunakan standard Cenelec Band EN 50065 sebagai spectrum yang digunakan dalam kanal PLC untuk satu macam uji kecepatan data sebesar 763,4 bps (bit per second).

Hasil penelitian ini cukup baik di mana kopling optik memiliki bandwidth cukup lebar (900 kHz) walau tidak selebar kopling magnetik (2,24 MHz) serta memiliki ketahanan terhadap noise yang cukup bagus dengan pemberian beban domestik rumah tangga seperti: bor listrik, dispenser, dan komputer. Hal tersebut membuka peluang untuk mengembangkan riset penggunaan kopling optik ini untuk aplikasi yang lebih bervariasi dan bermanfaat ke depannya.

**Kata Kunci :** Kata Kunci: Kopling Magnetik, Kopling Optik, Noise, Bandwidth

---

### Abstract

PLC channel is a bad transmission media. The characteristics of this channel are too much noise, multipath propagation, time varying low impedance, distortion and any other. in that channel also exist 50 Hz power signal with high amplitude so that can break the transmission set if directly connected to the channel without adapter circuit.

One solution to solve that problem is by using coupling circuit. The function of this circuit are dumping the power signal and escaping the information signal from and to PLC channel. Another function is giving isolation of two different system.

This Final Project discuss about design of optical couplier and examination performance system and also compare to magnetic coupler performance. This system is like a prototype of digital signal transmitter and receiver with FSK modulation that is a simulation for the later real system. This research limits the problem in Cenelec Band EN 50065 spectrum in PLC channel.

The result is good enough that the bandwidth of optical coupler is wide (900 kHz) although not the same wide with magnetic coupling (2.24 MHz) and also has an immunity to noise. That can make an opportunity to develop this research for the vary and useful application next time.

**Keywords :**

---

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Mengetahui bahwa tingkat teledensitas bangsa Indonesia yang cukup kecil sekitar 4% (artinya dari 100 rumah hanya 4 yang terkoneksi dengan jaringan telekomunikasi dan informasi) <sup>[1]</sup> seharusnya membuat bangsa ini semakin sadar bahwa perjalanan untuk mewujudkan ketersediaan akses telekomunikasi dan informasi masih cukup jauh. Sangat disayangkan jika memang saat ini ICT (*Information and Communication Technology*) tidak bisa dinikmati oleh semua masyarakat secara merata, karena hal tersebut saat ini sudah menjadi parameter kemajuan suatu masyarakat.

Salah satu teknologi yang saat ini mengemban harapan dan cita-cita pemerataan ICT di Indonesia adalah *Power Line Communication* (PLC). Alasan mengapa teknologi ini menjadi solusi atas permasalahan jangkauan dan penetrasi hingga ke pelosok tanah air tidak lain disebabkan oleh pemanfaatan jaringan listrik—yang saat ini telah tersedia hingga ke pelosok desa—sebagai kanal transmisi. Dengan kata lain, dengan memanfaatkan teknologi ini, *provider* telekomunikasi tidak perlu menghabiskan banyak dana <sup>[2]</sup> untuk pembangunan instalasi jaringan telekomunikasi di daerah yang belum terjangkau jaringan PSTN.

Sayangnya hingga saat ini rasio kelistrikan nasional belum 100%. Data terakhir yang didapatkan dari web portal PLN, diketahui bahwa hanya 56% wilayah Indonesia yang terjangkau oleh jaringan listrik. Rinciannya adalah Pulau Jawa terjangkau 64%, Pulau Sumatera 53%, Pulau Kalimantan 46%, Pulau Sulawesi 47%, dan pulau lainnya 33% <sup>[22]</sup>. Hal tersebut tentu saja menjadi catatan tersendiri untuk dapat mengembangkan PLC disebabkan infrastruktur jaringannya belum sepenuhnya siap.

Dalam level transmisi, kanal PLC merupakan kanal yang cukup buruk. Karakteristik kanal PLC yang buruk disebabkan adanya *noise* yang tinggi,

redaman, distorsi, impedansi yang cukup rendah dan berubah terhadap waktu, propagasi multipath, dan lainnya. Itulah yang menjadi tantangan dalam mengembangkan kanal PLC sebagai media untuk berkomunikasi.

Karena banyaknya gangguan dan besarnya level tegangan antara sinyal *power* 50 Hz dan sinyal informasi, maka diperlukan suatu alat untuk dapat mengadaptasikan perangkat *transmitter/receiver* dengan kondisi kanal yang seperti itu. Alat yang disebut dengan kopling itu bertugas untuk meredam sinyal 50 Hz dan sebagian *noise* yang ada pada kanal serta dapat menginjeksikan sinyal informasi ke kanal. Tentunya jika memperhatikan fungsi kopling tersebut maka peletakan kopling ini akan berada pada perangkat kirim (*transmitter*) maupun perangkat terima (*receiver*).

Melihat begitu pentingnya untuk segera mengembangkan teknologi PLC dan besarnya manfaat yang akan diterima masyarakat, maka diputuskanlah untuk memilih topik PLC ini sebagai bahan Tugas Akhir dengan lebih mengkhususkan pada kinerja kopling optik maupun magnetik di sisi *transmitter* maupun *receiver*.

## 1.2 Tujuan

Adapun tujuan dalam pembuatan Tugas Akhir ini adalah seperti yang dijelaskan di bawah ini:

- Merealisasikan kopling optik yang tahan terhadap *noise* pada jaringan PLC dan karakterisasi kinerja kopling optik tersebut.
- Mengetahui hasil perbandingan kinerja kopling optik dan kopling magnetik dengan parameter penilaian berupa *bandwidth* dan juga beda fasa.

## 1.3 Rumusan Masalah

Wilayah penelitian yang cukup luas dan terbatasnya masa studi dan pengerjaan Tugas Akhir membuat area permasalahan yang akan dihadapi ini harus difokuskan pada beberapa hal yang diuraikan di bawah ini.

- a. Dalam mendistribusikan jaringan listrik, Perusahaan Listrik biasanya memiliki tiga level tegangan pada kanal listrik mulai dari pembangkit

hingga di pelanggan. Level tegangan tersebut yaitu *high voltage* dengan level tegangan 155.000 – 765.000 Volt, *medium voltage* dengan level tegangan 7.000 – 15.000 Volt, dan *low voltage* dengan tegangan 220 atau 120 Volt <sup>[2]</sup>. Dalam Tugas Akhir ini, kanal yang akan digunakan dalam mentransmisikan sinyal informasi adalah kanal *low voltage grid* dengan tegangan listrik 220 Volt  $\pm$  10%. Hal ini menjadi pertimbangan mengingat tegangan tersebut sudah familiar dan berada di sekitar laboratorium serta tidak memerlukan izin khusus ke PLN untuk memanfaatkannya sehingga akan cukup mudah untuk dilakukan simulasi menggunakan tegangan ini.

- b. Panjang kanal transmisi tidak melebihi 10 meter sehingga simulasi system tidak memerlukan *repeater* dan tidak membutuhkan ruang yang cukup besar. Hal ini perlu dilakukan karena fokus dalam Tugas Akhir ini adalah meneliti kinerja kopling optik.
- c. Beban listrik yang digunakan dalam sistem tidak melebihi 900 Watt agar tidak menyulitkan dalam mencari, mengumpulkan dan memakai beban dalam pengujian kopling, serta tidak membahayakan saat melakukan pengujian kopling karena arus maksimal yang digunakan maksimal sekitar 4 Ampere.
- d. Modulasi yang digunakan adalah FSK. Pertimbangan ini diambil mengingat sinyal informasi yang digunakan dalam sistem PLC menggunakan data digital (0 dan 1) dan juga realisasi sistem di lapangan menggunakan modulasi FSK<sup>[3]</sup>.
- e. Dalam akses broadband PLC, spektrum frekuensi yang digunakan cukup besar dan lebar dengan pelbagai macam fungsi pada tiap alokasi *bandwidth* tertentu. Oleh karena itu, agar pembahasan tidak terlampaui lebar dan luas, maka pengukuran pada Tugas Akhir ini akan dibatasi pada aplikasi home automation, dengan alokasi spektrum frekuensi 9 – 140 kHz berdasarkan standarisasi CENELEC EN 50065 <sup>[3]</sup>.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah yang dikerjakan dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut

- a. Spektrum frekuensi dalam standard Cenelec Band yang akan digunakan adalah spektrum pita frekuensi B dengan *range* 95 – 125 kHz.
- b. *Bit rate* sinyal digital yang akan ditransmisikan adalah sebesar 763,4 bps dengan perubahan bit “1” dan “0” yang bergiliran.
- c. Beban listrik yang digunakan dalam mencoba kinerja kopling optik adalah beban domestik rumah tangga.

#### **1.5 Hipotesa**

Kopling Optik memberikan performansi yang lebih baik dibandingkan dengan kopling magnetik terhadap parameter uji berupa *bandwidth*, *delay*, maupun ketahanan terhadap *noise*.

#### **1.6 Metodologi Penelitian**

Metode penelitian yang digunakan untuk memecahkan permasalahan dalam tugas akhir ini dibagi dalam tiga tahap, yaitu:

- a. Studi Literatur  
Pada tahap ini dilakukan pencarian dan pengumpulan literatur dan kajian-kajian yang berkaitan dengan permasalahan yang ada pada Tugas Akhir ini, baik berupa artikel, buku referensi, internet atau sumber lain yang berhubungan dengan Tugas Akhir ini.
- b. Perancangan Dan Implementasi  
Pada tahapan ini, akan dibuat suatu rancangan maupun desain kopling optik dan juga sistem pengujian serta pengukuran yang kemudian akan direalisasikan. Namun sebelum dilakukan pengukuran dan pengambilan data, terlebih dahulu kopling dan sistem akan di-*troubleshoot* untuk mengetahui kelayakannya untuk pengujian dan pengukuran selanjutnya.
- c. Pengukuran dan Pengambilan Data

Setelah kopling optik dan sistem telah dibuat dan layak pakai, maka untuk selanjutnya akan dilakukan pengukuran dan pengambilan data sesuai dengan parameter uji yang telah ditentukan di awal.

d. Analisis Kinerja Perbandingan Kopling Optik dan Magnetik

Tahap akhir dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah menganalisis data pengukuran yang telah didapatkan pada tahap sebelumnya dan membandingkan hasilnya dengan pelbagai paper dan jurnal yang mungkin telah ada sebelumnya serta menutup penelitian ini dengan suatu simpulan dan saran terhadap penelitian selanjutnya.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

- Kopling optik memiliki ketahanan terhadap *noise* yang cukup baik saat diuji dengan beban domestik pada kanal PLC
- *Bandwidth* kopling optik dengan IC 6N135 diperoleh sebesar 900 kHz
- Nilai respon fasa dan *delay* kopling optik berbanding terbalik dengan frekuensi yang digunakan di mana semakin besar frekuensi sinyal maka nilai respon fasa dan *delay* kopling optik semakin kecil.
- *Bandwidth* kopling optik lebih kecil jika dibandingkan dengan kopling magnetik yang pernah dibuat pada Tugas Akhir sebelumnya di mana *bandwidth* kopling magnetik sebesar 2,24 MHz.
- Respon fasa kopling magnetik memiliki kecenderungan bertambah seiring dengan bertambahnya frekuensi sedangkan kopling optik respon fasanya menurun.
- Perancangan dan perealisasi kopling optik lebih mudah bila dibandingkan dengan kopling magnetik.

#### 5.2 Saran

Pengembangan yang sebaiknya dilakukan pada penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut

- Untuk memperbesar *bandwidth* kopling optik sebaiknya menggunakan *optocoupler* yang memiliki *rise time* dan *fall time* yang lebih kecil.
- Untuk membuat sistem *receiver* yang tahan terhadap *noise* kanal, sebaiknya penguat dayanya menggunakan AGC (*Automatic Gain Control*) agar hasil keluaran kopling optik lebih maksimal dan mengurangi *noise* yang dilewatkan.

- Perlunya pengujian BER untuk sistem yang telah dibuat ini dengan data random agar didapatkan hasil uji ketahanan sistem yang lebih kuantitatif terhadap *noise* kanal dan juga pemakaian beban listrik.
- Perlunya untuk meningkatkan *bit rate* dari *signal generator* dan penggunaan data yang *random* sebagai simulasi untuk aplikasi layanan *voice over PLC* atau *internet over PLC*.



---

---

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nana Mulyana. "Rural NGN Solusi Telekomunikasi Pedesaan Masa Depan," Internet: <http://nana7mulyana.wordpress.com/2009/01/12/artikel-iptek/>, Jan. 12, 2009 [Feb. 1, 2009]
- [2] G. Held, *Understanding Broadband over Power Line*. New York: Auerbach Publication Taylor & Francis Group. 2006.
- [3] H. Hrasnica, A. Haidine, and R. Lehnert. *Broadband Powerline Communication Network*. John Willey & Sons Ltd. 2004, pp. 15.
- [4] L. Selanders. "Power-Line Communications, Channel Properties and Communication Strategies." Ph.D. Thesis, Lund University, Sweden, 1999.
- [5] J. V. den Keybus, B. Bolsens, J. Driesen, and R. Belmans, "Power Line Communication Front-Ends based on ADSL Technology", in *Proc. of the 2002 IEEE International Symposium on Circuits and Systems*, Vol. 5, 2002, pp. 425-428
- [6] Wikipedia. "Electronic filter." Internet: [http://en.wikipedia.org/wiki/Electronic\\_filter](http://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_filter), July 13, 2009 [Aug. 7, 2009]
- [7] Wikipedia. "Low-pass filter." Internet: [http://en.wikipedia.org/wiki/Low-pass\\_filter](http://en.wikipedia.org/wiki/Low-pass_filter), July 23, 2009 [Aug. 7, 2009]
- [8] Wikipedia. "High-pass filter." Internet: [http://en.wikipedia.org/wiki/High-pass\\_filter](http://en.wikipedia.org/wiki/High-pass_filter), July 13, 2009 [Aug. 7, 2009]
- [9] Wikipedia. "Band-pass filter." Internet: [http://en.wikipedia.org/wiki/Band-pass\\_filter](http://en.wikipedia.org/wiki/Band-pass_filter), July 11, 2009 [Aug. 7, 2009]
- [10] Wikipedia. "Band-stop filter." Internet: [http://en.wikipedia.org/wiki/Band-stop\\_filter](http://en.wikipedia.org/wiki/Band-stop_filter), July 14, 2009 [Aug. 7, 2009]
- [11] "Frequency-shift keying." Internet: [http://en.wikipedia.org/wiki/Frequency-shift\\_keying](http://en.wikipedia.org/wiki/Frequency-shift_keying), Feb. 4, 2009 [March 1, 2009].
- [12] Datasheet NE555, General Purpose Single Bipolar Timer.

- 
- [13] Datasheet XR-2206, Monolithic Function Generator.
  - [14] Datasheet LM567, Tone Decoder.
  - [15] R. Boylestad, L. Nashelky. *Electronic Device and Circuit Theory*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1992, pp. 671, 154-155, 673-674.
  - [16] Datasheet 6N135, Optocouplers/Optoisolator.
  - [17] Datasheet Agilent HCPL-810J, PLC *Powerline* DAA IC
  - [18] Datasheet BC-140, General Purpose Transistor
  - [19] R. Libra Santoso. "Simulasi Karakteristik Kanal *Powerline* Communication Terhadap *Noise* Tipe Impulse." S.T. Final Project, Telkom Institute of Technology, Bandung, 2008.
  - [20] P. A. Janse Van Rensburg and H. C. Ferreira, "Coupling Circuitry: Understanding the Function of Different Components," in *Proc. of the 7<sup>th</sup> International Symposium on Power-Line Communications and Its Applications (ISPLC'03)*, Kyoto, Japan, 26-28 March 2003, pp. 204-209.
  - [21] P.A. Janse Van Rensburg. "Effective Coupling For *Power-Line* Communication." D.Ing Dissertations, University of Johannesburg, South Africa, 2008.
  - [22] Web portal PLN Jabar. Internet: "www.pln-jabar.co.id/berita\_media\_det.php, Oct. 28 , 2009 [No. 20, 2009]