

## PENENTUAN KARAKTERISTIK KANAL KOMUNIKASI DENGAN METODE FOURIER PADA SISTEM MONITORING KUALITAS AIR SUNGAI

<sup>1)</sup> Pius Yozy Merucahyo\*, dan <sup>2)</sup> Andreas Bagus Sadewo  
Teknik Elektro, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta  
<sup>1)</sup> yozy@usd.ac.id\*, <sup>2)</sup> [andreas.dewo@gmail.com](mailto:andreas.dewo@gmail.com)

### ABSTRAK

*Monitoring kualitas air sungai sebagai sumber air bagi petani ikan membutuhkan komunikasi antar mikrokontroler dengan bantuan sistem komunikasi nirkabel, dalam hal ini menggunakan kanal video dari video sender.*

*Keberhasilan pembuatan komunikasi antar mikrokontroler dengan video sender diukur dari keberhasilan semua data yang dikirimkan dapat diterima dengan benar. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan analisa matematika yaitu metode Fourier untuk menganalisa bentuk sinyal yang dikirim dan diterima pada komunikasi yang sukses dan yang gagal. Hasil penggunaan metode Fourier adalah nilai-nilai besaran koefisien Fourier yang merupakan besaran frekuensi-frekuensi harmonisa yang merupakan tanggapan frekuensi kanal komunikasi yang selanjutnya disebut karakteristik kanal komunikasi. Metode pengujian komunikasi dilakukan dengan mengirimkan sinyal listrik yang sama dari mikrokontroler kemudian mengubah-ubah jarak pengirim dan penerima video sender. Dari pengujian ini akan didapatkan bentuk-bentuk sinyal yang diterima yang menghasilkan gagal dan sukses komunikasi. Sinyal yang didapatkan disampling sehingga menjadi sinyal diskrit dan dianalisa dengan metode Fourier Diskrit untuk penentuan karakteristik kanal komunikasi yang sukses dan gagal.*

*Hasil penelitian ini adalah pada jarak kurang dari 40 meter komunikasi sukses dan bentuk sinyal dikirim dan diterima hampir sama. Pada jarak yang lebih dari 40 meter sinyal diterima berbeda secara signifikan dengan sinyal yang dikirim dan komunikasi antar mikrokontroler gagal.*

**Kata kunci:** komunikasi mikrokontroler, sinyal diskrit, analisis Fourier Diskrit, karakteristik kanal komunikasi

### I. Pendahuluan

Saat ini komunikasi tanpa kabel menjadi hal yang penting dalam pemenuhan kebutuhan integrasi berbagai macam sistem. Integrasi dua sistem atau lebih dapat disebabkan oleh adanya jarak sistem-sistem yang harus diintegrasikan. Syarat mutlak dapat dilakukannya integrasi berbagai sistem adalah semua sistem yang berpartisipasi harus memiliki kesepakatan mengenai semua informasi yang akan saling dipertukarkan baik mengenai alamat maupun data. Oleh sebab itu maka semua sistem harus dapat menjadi bagian dari sistem komunikasi yang akan melingkupi semuanya.

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian sebelumnya yaitu pembuatan perangkat keras, program aplikasi mikrokontroler dan program aplikasi komputer dalam sistem akuisisi data untuk pemantauan kualitas air [1]. Dalam penelitian yang dilakukan sebelumnya menggunakan kabel sebagai media komunikasi antar mikrokontroler pada sistem dan penggunaannya [1]. Penelitian lain yang telah dilakukan berkaitan dengan aplikasi komunikasi mikrokontroler adalah menggunakan sistem telekomunikasi nirkabel [2]. Dalam penelitian yang menggunakan nirkabel ini, analisis karakter kanal komunikasi menggunakan metode autocorrelation dan crosscorrelation [2].

Penelitian ini mengembangkan penelitian sebelumnya yang berbasis domain waktu dengan metode Fourier sebagai alat analisis karakteristik kanal komunikasi yang berbasis domain frekuensi. Menurut analisis Fourier, suatu sinyal merupakan gabungan dari beberapa sinyal harmonisa sinyal utama yang periodis [3]. Analisis selanjutnya menggunakan bantuan komputer maka pada penelitian ini menggunakan metode Fourier Diskret.

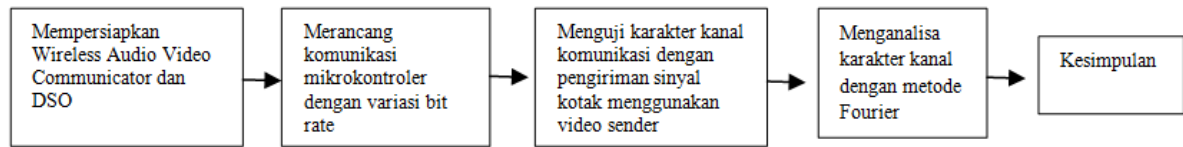
Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan karakteristik kanal komunikasi yang dapat digunakan untuk pembuatan sistem komunikasi antar mikrokontroler. Selain itu penelitian ini juga bertujuan untuk menerapkan metode Fourier pada komunikasi mikrokontroler yang perhitungannya menggunakan Deret Fourier Diskret.

### II. Metode Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Hardware yang terdiri dari : a) ATMEGA 328 P Arduino Uno , b) Wireless Audio Video Communicator (Kanal Video dari Video Sender), c) Automatic Function Generator (AFG) Model GFG 8015G, d) Digital Storage Oscilloscope (DSO).

2. Software Matlab.
3. Alat pendukung berupa kamera



Gambar 1. Alur Tahapan Penelitian

*Wireless Audio Video Communicator* (Kanal Video dari Video Sender) adalah piranti pengirim sinyal audio dan video dengan menggunakan teknologi nirkabel. Piranti ini sangat mudah didapatkan di pasar dengan harga yang terjangkau. Menurut *data sheet*, jangkauan pengiriman sinyal tanpa halangan adalah 50 meter. Hal inilah yang menjadi alasan pemilihan video sender sebagai alat komunikasi antar mikrokontroler.

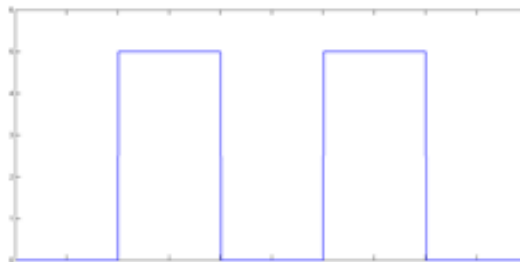
Selain itu sistem komunikasi nirkabel dalam penelitian ini menggunakan udara bebas sebagai kanal komunikasinya. Dalam sistem komunikasi ini, peneliti menggunakan frekuensi 2,4 GHz yang sampai saat ini masih bebas dan tidak diatur oleh pemerintah. Hal ini penting karena belum ada keharusan untuk meminta ijin penggunaannya, sehingga mempermudah aplikasi rancangan komunikasinya.

Sinyal masukan dan keluaran dari mikrokontroler berupa pulsa dengan frekuensi sama dengan bit rate [4]. Berdasarkan hasil pengamatan bit rate komunikasi tersebut dibuat percobaan pengiriman sinyal kotak dari AFG yang frekuensinya sesuai bit rate komunikasi mikrokontroler di atas [5]. Tahap selanjutnya adalah membandingkan karakteristik kanal komunikasi dan bentuk sinyal yang diterima antara komunikasi yang sukses dan yang gagal.

Tahap pertama penelitian ini adalah mengirimkan sinyal dari mikrokontroler pengirim ke mikrokontroler penerima dengan jarak dekat untuk memastikan komunikasi antar mikrokontroler sukses. Kemudian jarak pengirim dan penerima diperbesar sampai jarak terjauh komunikasi antar mikrokontroler sukses dilakukan adalah 40 meter.

Untuk mendapatkan karakteristik kanal dengan jarak 40 meter, sinyal dari mikrokontroler pengirim diganti dengan sinyal pulsa ideal yang berasal dari AFG sedangkan mikrokontroler penerima diganti dengan DSO. AFG diatur untuk menghasilkan sinyal kotak atau pulsa dengan frekuensi 2,5 KHz dan tegangan 5 Volt. Keluaran dari AFG dimasukkan ke bagian masukan video sender pengirim. Selanjutnya keluaran video sender penerima dimasukkan ke DSO untuk tujuan pengamatan.

Dalam keadaan ideal sinyal dikirim dan diterima adalah sama, seperti ditunjukkan pada gambar berikut ini:



Gambar 2. Sinyal ideal dikirim dan diterima

Dalam teori Fourier suatu sinyal dapat merupakan gabungan banyak sinyal dan dirumuskan sebagai berikut [3]:

$$x[n] = \frac{1}{N} \sum_{k=(N)} a_k e^{-jk\left(\frac{2\pi}{N}\right)n} \dots (1)$$

dan sebaliknya

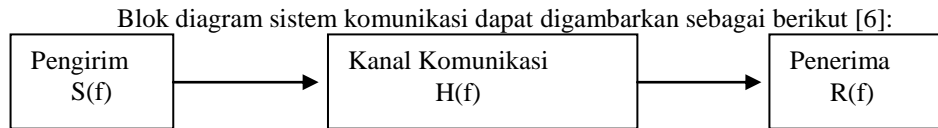
$$a_k = \frac{1}{N} \sum_{n=(N)} x[n] e^{-jk\left(\frac{2\pi}{N}\right)n} \dots (2)$$

$a_k$  = nilai koefisien harmnisa ke k

$N$  = periode sinyal

$x[n]$  = sinyal hasil sampling

dan rumus ke (2) yang akan digunakan untuk analisis karakteristik kanal komunikasi.



Gambar 3. Blok diagram sistem komunikasi

S(f) = spektrum frekuensi sinyal dikirim  
 H(f) = spektrum frekuensi kanal komunikasi  
 R(f) = spektrum frekuensi sinyal diterima

Blok diagram di atas dapat dirumuskan sebagai berikut [7] :

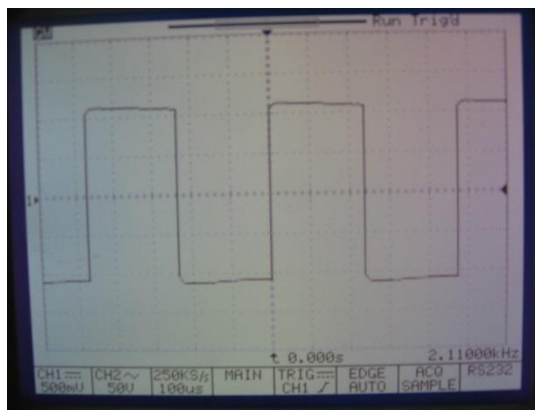
$$H(f) = \frac{R(f)}{S(f)} \dots (3)$$

Spektrum kanal komunikasi merupakan perbandingan antara spektrum sinyal diterima dengan spektrum sinyal yang dikirim.

### III. Hasil Penelitian dan Pembahasan

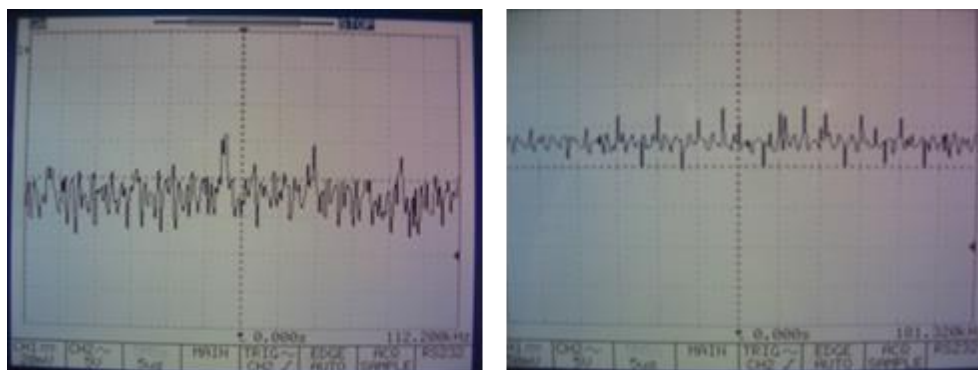
#### III.1 Komunikasi Ideal dan Sukses

Penelitian dimulai dengan mengirimkan sinyal pulsa dari AFG dengan frekuensi 2,5 KHz dan tegangan 5 Volt menggunakan bagian pengirim dari video sender. Pemilihan frekuensi 2,5 KHz didasarkan atas pengambilan gambar sinyal listrik keluaran dari mikrokontroler menggunakan DSO didapatkan gambar sebagai berikut :



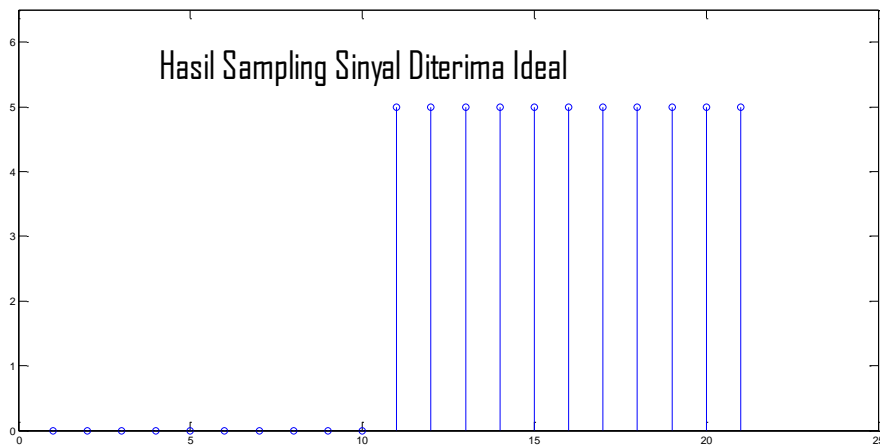
Gambar 4. Sinyal listrik keluaran mikrokontroler dengan bit rate 2,5kbps

sedangkan pada bit rate yang lain di dapatkan gambar berikut :

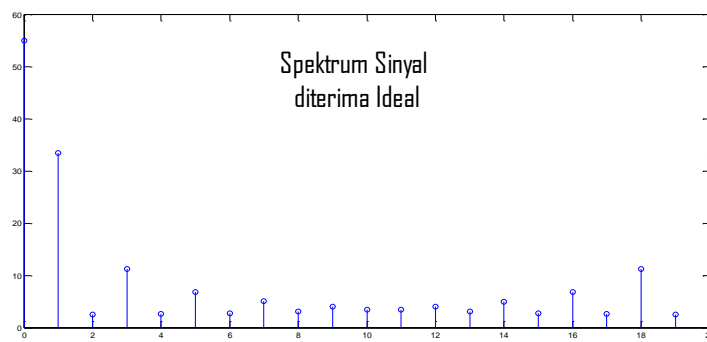


Gambar 5. Sinyal listrik keluaran mikrokontroler dengan bit rate lainnya

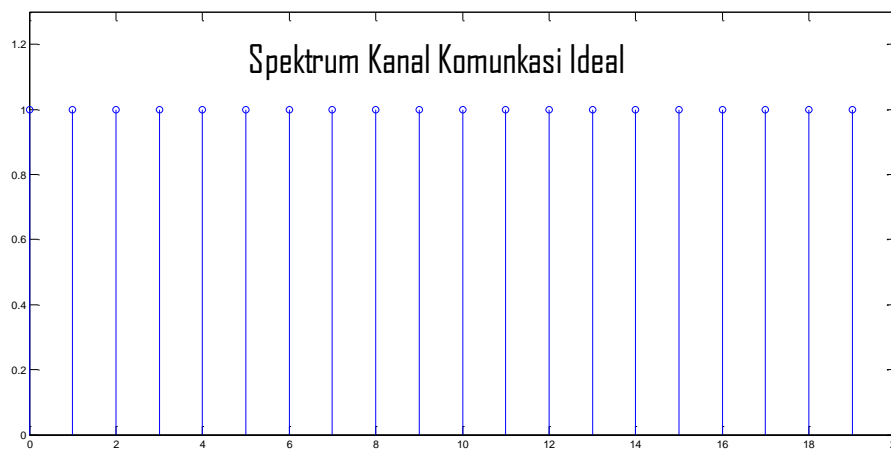
Sinyal kotak dari AFG akan disampling dan hasilnya adalah sebagai berikut :



Gambar 6. Hasil Sampling Sinyal Diterima Ideal

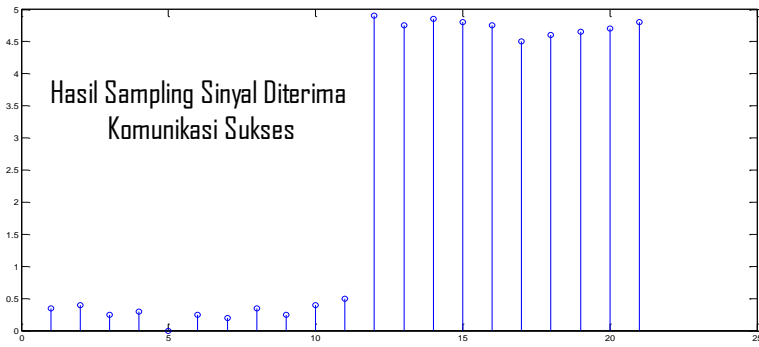


Gambar 7. Spektrum Sinyal Diterima Ideal

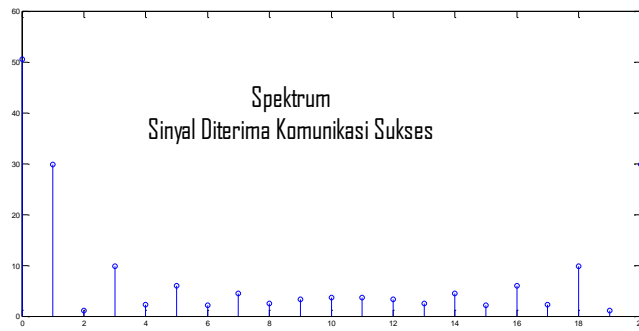


Gambar 8. Spektrum Kanal Komunkasi Ideal

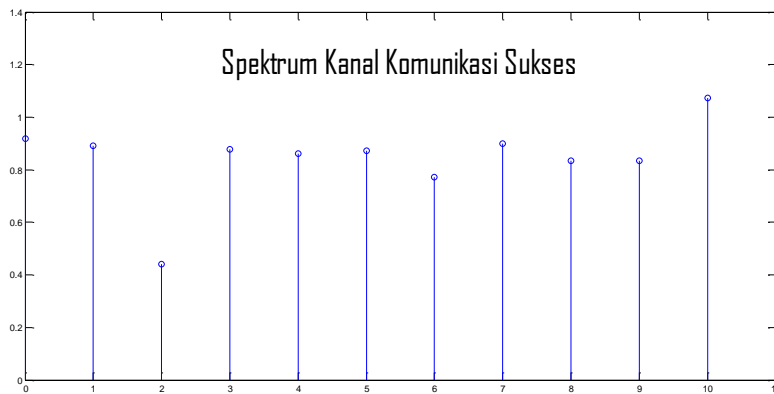
Pada kanal komunikasi ideal, sinyal diterima akan sama dengan sinyal dikirim. Karena kedua sinyal sama maka spektrumnya akan sama juga sehingga karakteristik kanal komunikasi ideal memiliki koefisien frekuensi yang sama yaitu satu. Gambar spektrum kanal komunikasi ideal dapat dilihat di gambar 5. Selanjutnya karakteristik kanal komunikasi jenis ini yang akan menjadi sasaran pengembangan sistem komunikasi.



Gambar 9. Hasil Sampling Sinyal Diterima Komunikasi Sukses

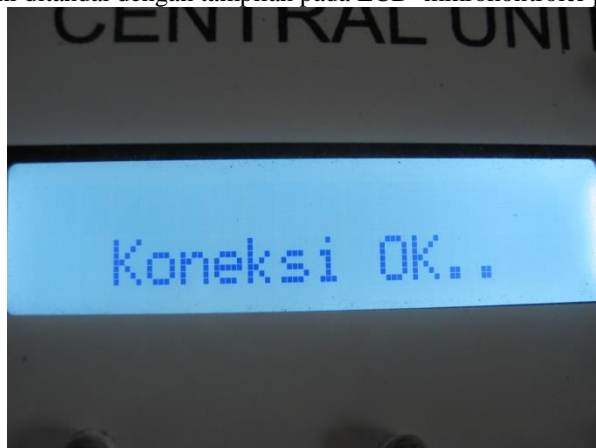


Gambar 10. Spektrum Sinyal Diterima Komunikasi Sukses



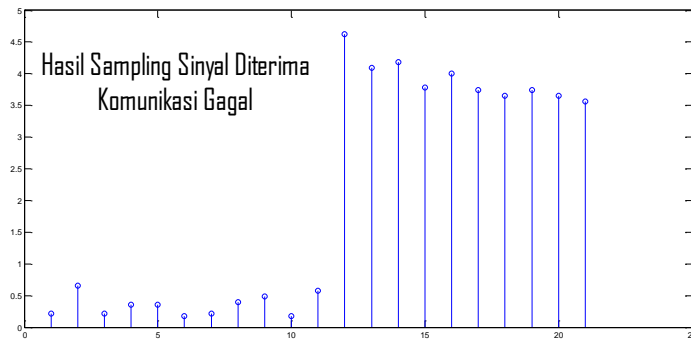
Gambar 11. Spektrum Kanal Komunikasi Sukses

Hasil pengujian kanal komunikasi sukses dilakukan dengan memilih jarak antara pengirim dan penerima kurang dari 40 meter. Hal ini ditandai dengan tampilan pada LCD mikrokontroler penerima sebagai berikut:

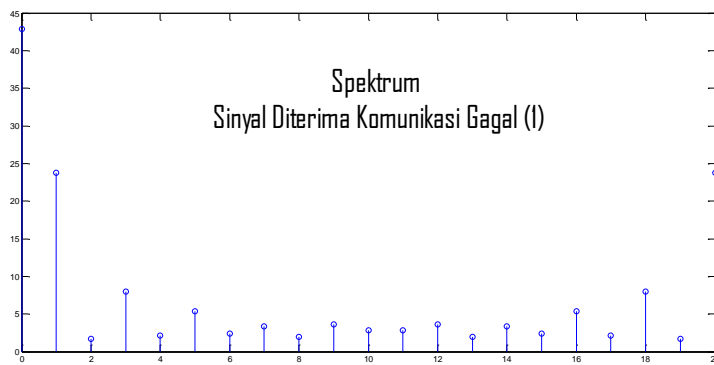


Gambar 12. Tampilan Koneksi Ok pada LCD Microkontroler

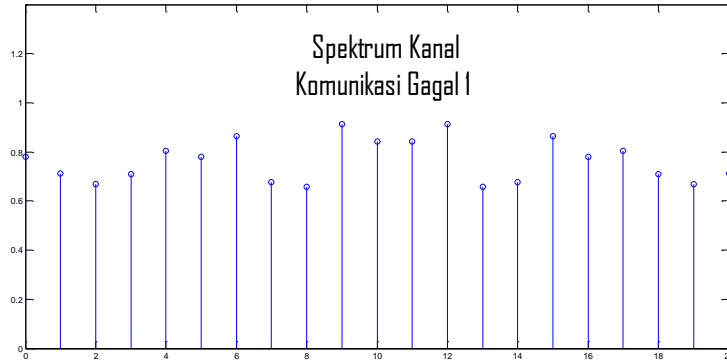
III.2 Komunikasi Gagal



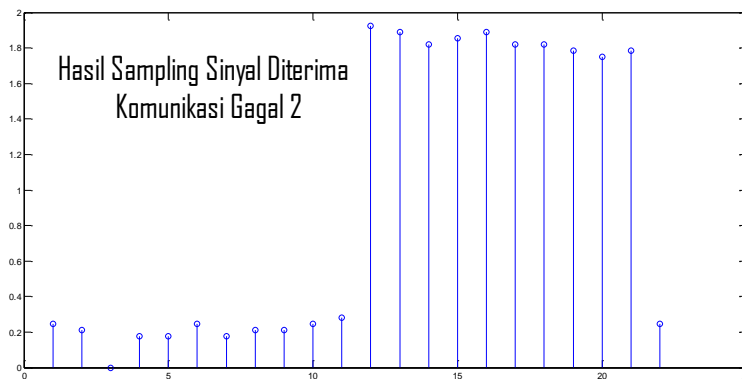
Gambar 13. Hasil Sampling Sinyal Diterima Komunikasi Gagal (1)



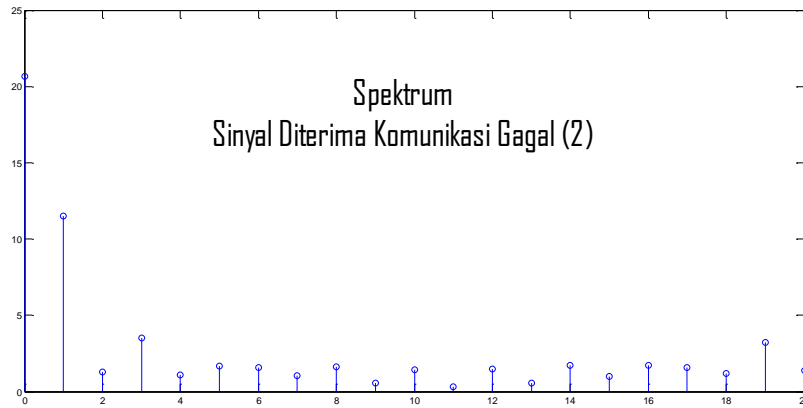
Gambar 14. Spektrum Sinyal Diterima Komunikasi Gagal (1)



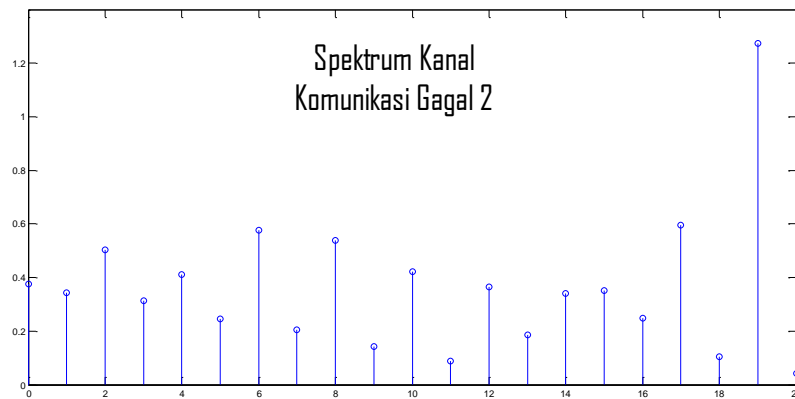
Gambar 15. Spektrum Kanal Komunikasi Gagal (1)



Gambar 16. Hasil Sampling Sinyal Diterima Komunikasi Gagal (2)

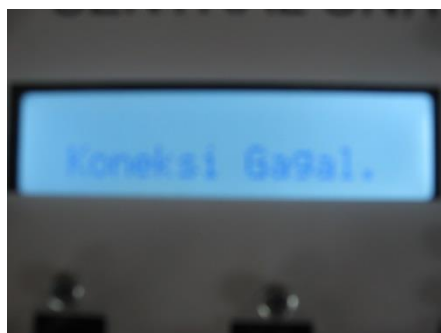


Gambar 17. Spektrum Kanal Komunikasi Gagal (2)



Gambar 18. Spektrum Kanal Komunikasi Gagal (2)

Hasil pengujian kanal komunikasi yang gagal didapatkan dengan memilih jarak antara pengirim dan penerima lebih dari 40 meter. Untuk pengujian gagal yang pertama dilakukan pada daerah yang terbuka sedangkan pengujian gagal yang kedua dilakukan pada daerah yang memiliki halangan. Hasil pengujian kanal komunikasi gagal didapatkan ketika jarak antara pengirim dan penerima lebih dari 40 meter. Hal ini ditandai dengan tampilan pada LCD mikrokontroler penerima sebagai berikut:



Gambar 19. Tampilan Koneksi Gagal pada LCD Microkontroler

Untuk membandingkan kanal sukses dan gagal dari data spektrum komunikasi maka dilakukan penjumlahan semua koefisien spektrum kanal komunikasi yang hasilnya adalah sebagai berikut:

**Tabel 1.** Perbandingan berbagai kanal komunikasi

Jenis Kanal	Nilai penjumlahan koefisien
Ideal	21
Sukses	17,6297
Gagal 1	16,0334
Gagal 2	7,6708

Dari tabel di atas terlihat bahwa semakin baik kualitas kanal komunikasi akan memiliki nilai penjumlahan koefisien yang semakin mendekati nilai penjumlahan koefisien ideal.

#### **IV. Kesimpulan**

Metode Fourier diskrit dapat digunakan untuk mendapatkan karakteristik kanal komunikasi berupa koefisien-koefisien frekuensi harmonisa sinyal yang dikirimkan. Nilai penjumlahan koefisien frekuensi harmonisa dapat menunjukkan kualitas kanal komunikasi dalam pengiriman sinyal. Semakin baik kualitas kanal komunikasi akan memiliki nilai penjumlahan koefisien yang semakin mendekati nilai penjumlahan koefisien ideal. Pada pengujian ini dilakukan proses transformasi dari domain waktu pada sinyal nyata yang diamati menjadi domain frekuensi untuk analisis.

#### **Ucapan Terima Kasih**

Pada kesempatan ini peneliti menyampaikan terima kasih kepada LPPM Universitas Sanata Dharma yang telah mendanai penelitian ini.

#### **Daftar Pustaka**

- [1] Martanto, B Wuri Harini, Pius Yozy Merucahyo, Antonius Tri Priantoro. *Alat Ukur Konduktivitas Air Sungai pada Sistem Monitoring Kualitas Air Kolam*. Prosiding Seminar RiTekTra 2013 Riset dan Teknologi Terapan. Jakarta. 2013;187-190.
- [2] Pius Yozy Merucahyo, Martanto, B Wuri Harini, Antonius Tri Priantoro. *Sistem Pengamatan dan Pengendalian Kualitas Air Jarak Jauh*. Prosiding Seminar Aplikasi Sains dan Teknologi (SNAST) 2014. Yogyakarta. 2014; C-57.
- [3] Allan V.Oppenheim, Alan S.Willsky. *Signals and Systems*. 10<sup>th</sup> Edition. New Jersey : Prentice Hall, Inc. 2001 : 162-165, 296-298
- [4] Atmel Corporation, 2013, ATMEGA 328 P, <http://www.atmel.com/devices/atmega328p.aspx>
- [5] William Stallng. *Data and Computer Communication*. 5<sup>th</sup> Edition. New Jersey : Prentice Hall, Inc. 1997 : 251-254
- [6] Rodger E.Ziemer, Roger L.Peterson. *Digital Communications and Spread Spectrum Systems*. 7<sup>th</sup> Edition. Japan : Prentice Hall, Inc. 2001 : 3-8
- [7] John G Proakis. *Digital Communications*. 3<sup>th</sup> Edition. Singapore : Mc.Graw-Hill,Inc. 2001 : 158-160