

TRANSMISI DATA MELALUI GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK DENGAN MENGGUNAKAN MODUL XBEE PRO 24-ACI-001

Yayan Prima Nugraha

Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : yans.okx@gmail.com

Abstrak

Sistem transmisi data melalui gelombang elektromagnetik dapat dikaji melalui pendekatan multi disiplin. Salah satu manfaat sistem transmisi data adalah penggunaan sistem wireless yang lebih efisien dan efektif sebagai media pembawa informasi. Pemilihan modul Xbee Pro 24-Aci-001 sebagai media perantara dapat dijadikan sebagai basis untuk penelitian aplikatif lanjut yang relevan. Metode percobaan yang digunakan adalah memberikan perlakuan melalui variasi parameter cuaca dan variasi posisi spasial untuk mengetahui efektivitas pengiriman data. Hasil-hasil percobaan menunjukkan bahwa dengan menggunakan modul Xbee Pro 24-Aci-001 jangkauan efektif berada pada radius 1300 m. Faktor-faktor yang menyebabkan pelemahan energi berasal dari sifat konduktif medium atau bahan yang dilalui dan frekuensi sumber. Besaran fisis *skin depth* sebagai medium perambatan gelombang radio ditemukan dalam kisaran orde 10^{12} m. Hal inilah yang menjadi alasan semua data dapat ditransmisikan tanpa ada bias informasi. Hasil-hasil percobaan membuktikan bahwa transmisi data masih berlangsung dengan baik

Kata Kunci: Xbee Pro 24-Aci-001, *skin depth*

Abstract

Data transmission system via electromagnetic waves can be studied through a multidisciplinary approach. One of the benefits of a data transmission system is the use of wireless systems are more efficient and effective as a carrier of information. Selection of Xbee Pro module 24-Aci-001 as its medium can be used as a basis for further applied research relevant. Experimental method used is to provide treatment through a variety of weather parameters and spatial variation in the position to determine the effectiveness of data transmission. These experimental results show that using the Xbee Pro module 24-Aci-001 effective range is 1300 m. The factors that led to the weakening of the energy comes from nature or the conductive medium through which the material and the frequency of the source. Physical quantities of air as a medium depth skin propagation of radio waves are found in the range of the order of 10^{12} m. This is the reason that all the data can be transmitted without bias information. These experimental results prove that the data transmission is still going well.

Keywords: Xbee Pro 24-Aci-001, skin depth

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, perkembangan dunia telekomunikasi digital berjalan semakin pesat yang ditandai dengan intensitas penelitian dasar dan lanjut dalam bidang telekomunikasi yang semakin tinggi (Rao, 2005: 6). Pengaruh komunitas sains dan teknik dalam penelitian telekomunikasi digital memberikan imbas dan dampak positif pada kemajuan bidang telekomunikasi. Kelahiran sistem telekomunikasi digital (Ergen, 2005: 1) dengan berbagai varian piranti telekomunikasi baru yang lebih canggih dan fleksibel adalah hal yang tidak bisa dipungkiri. Sistem komunikasi dan informasi digital saat ini banyak yang menerapkan sistem nirkabel sebagai penyedia transfer informasi dari satu instrumen komunikasi ke instrumen komunikasi

lain. Sistem nirkabel tersebut memanfaatkan fenomena fisis yang merupakan perpaduan komposisi sempurna dari fluktuasi medan listrik dan medan magnet yang menjalar beriringan tegak lurus terhadap arah rambat gelombang. Untuk kasus 1D, solusi gelombang elektromagnetik yang merambat sepanjang sumbu z adalah sebagai berikut:

$$\vec{E} = \vec{E}_0 \sin \omega t \quad (1)$$

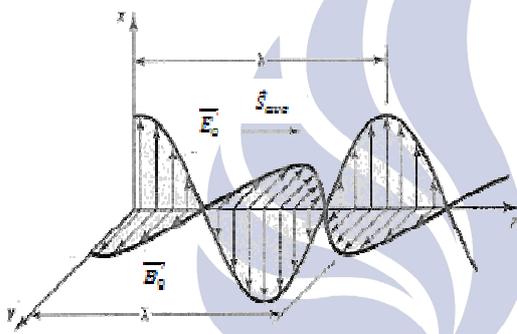
$$\vec{B} = \vec{B}_0 \sin \omega t \quad (2)$$

dimana E_0 dan B_0 adalah amplitudo medan listrik dan medan magnet, k adalah tetapan propagasi gelombang dengan λ adalah panjang gelombang dan v adalah kecepatan osilasi gelombang dengan f adalah frekuensi gelombang. Hubungan antara panjang gelombang dan frekuensi gelombang adalah $\lambda = v/f$.

Dalam literatur fisika (Griffiths, 1999: 381) disebutkan bahwa besaran yang digunakan untuk mendeskripsikan kerapatan energi elektromagnetik dikenal sebagai **vektor Poynting**. Besaran fisis ini didefinisikan sebagai perambatan energi elektromagnetik dalam arah normal terhadap arah medan listrik dan medan magnet (Gambar 1). Secara matematis, vektor Poynting dituliskan sebagai

$$\vec{S} = \vec{E} \times \vec{H} \tag{3}$$

dengan \vec{S} adalah vektor Poynting yang menyatakan besaran fisis terukur intensitas medan elektromagnetik. Persamaan (3) tersebut di atas menceritakan bahwa kerapatan energi elektromagnetik sebanding dengan kuadrat amplitudo dan berpindah dalam ruang waktu dengan arah sesuai dengan arah perambatan gelombang.



Gambar 1. Propagasi gelombang elektromagnetik sepanjang sumbu

Berbeda dengan kasus perambatan dalam vakum atau di udara, maka perambatan gelombang elektromagnetik dalam bahan konduktor mengalami atenuasi dalam bentuk pelemahan amplitudo sebagai fungsi jarak tembus terhadap bahan. Secara matematis, hal ini dituliskan sebagai berikut:

$$\vec{E} = \vec{E}_0 e^{-\alpha z} \sin(\omega t - kz) \tag{4}$$

$$\vec{B} = \vec{B}_0 e^{-\alpha z} \sin(\omega t - kz) \tag{5}$$

yang jelas menunjukkan penurunan amplitudo secara eksponensial dalam arah perambatan gelombang.

Untuk kasus perambatan gelombang elektromagnetik dalam bahan konduktor, Griffiths (1999: 394) menuliskan bahwa laju penurunan energi elektromagnetik diukur dengan besaran *skin depth* δ yang didefinisikan sebagai jarak terukur dalam bahan dimana energi elektromagnetik berkurang menjadi $1/e$. Besaran ini secara matematis dituliskan sebagai

$$\delta = \frac{1}{\alpha} \tag{6}$$

Untuk bahan konduktif yang buruk dimana $\sigma \ll \omega \epsilon$, berlaku rumus pendekatan berikut:

$$\delta = \sqrt{\frac{2}{\omega \mu \sigma}} \tag{7}$$

Persamaan (7) tersebut di atas menjadi basis estimasi *skin depth* beton pada penelitian ini. Tiga parameter dinamik yang diperlukan untuk menentukan *skin depth* δ adalah konduktivitas σ , permitivitas ϵ dan permeabilitas bahan μ .

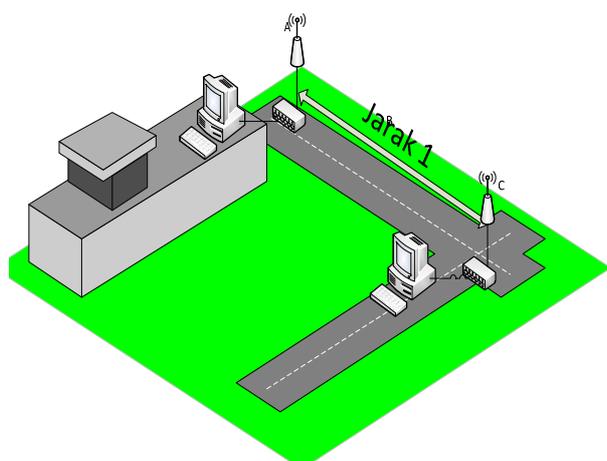
Pengiriman data pada penelitian ini memanfaatkan modul Xbee Pro yang merupakan serial interface nirkabel berfungsi menghubungkan mikrokontroler yang satu dengan mikrokontroler yang lain melalui medium udara dengan jarak komunikasi serial ini bisa mencapai 1,6 km di luar ruangan. Kelebihan utama Xbee Pro dipilih sebagai komunikasi serial nirkabel karena memiliki konsumsi daya yang rendah, yaitu 3,3 V. Modul tersebut dapat diimplementasikan pada struktur perumahan, perkantoran dan perhotelan (Rao, 2005: 6).

METODE

Pada penelitian ini akan dilakukan pengambilan data tentang pengaruh variasi spasial pada modul Xbee Pro 24-Aci-001. Alur kerja penelitian yang dilakukan adalah dengan cara membuat instrumen penelitian yang terdiri dari beberapa peralatan yaitu sebuah pemancar gelombang elektromagnetik Xbee Pro 24-Aci-001 yang dikendalikan dengan menggunakan sistem komunikasi UART dan dihubungkan mikrokontroler ATmega16 sebagai pengolah data. Setelah itu dilakukan proses *pairing* untuk melakukan komunikasi antara pemancar satu dengan pemancar lainnya. Dalam hal penelitian ini, terdapat tiga bagian yaitu satu pemancar yang bertindak sebagai server dan dua lainnya bertindak sebagai penerima satu dan penerima dua. Manipulasi jarak turut dilakukan untuk mengetahui pengaruh faktor spasial terhadap fungsi temporal. Beberapa faktor di atas merupakan kajian-kajian fisis yang dapat mempengaruhi sistem transmisi data. Sistem data yang terpengaruh berikabab terganggunya proses pengiriman informasi dalam suatu transmisi data yang mana hal tersebut menjadikan informasi yang diterima tidak valid. Hal ini perlu dikaji dalam sebuah penelitian yang mencakup efisiensi pengiriman data melalui gelombang elektromagnetik.

Hasil-hasil yang diperoleh dari penelitian ini dapat dijadikan acuan untuk mengatur sistem geometri propagasi agar diperoleh keakuratan dalam sistem transmisi data. Metode pengukuran yang diterapkan dalam penelitian ini adalah dengan memberikan variasi faktor spasial yang diprediksi akan berpengaruh terhadap waktu tempuh dari transmisi gelombang elektromagnetik. Pengukuran dilakukan dengan memberikan jarak mulai dari 5 cm, kemudian dimanipulasi menjadi 1 m; 10 m; 25 m; 50 m; 75 m; 100 m; 200 m; 300 m; 400 m; 500 m; 600 m; 700 m; 800 m; 900 m; 1 km; 1,1 km; 1,2 km; 1,3 km; 1,4 km; 1,5 km dan 1,6 km. Berikutnya adalah melakukan hal yang sama dan selanjutnya diberikan perlakuan

tambahan dengan menggunakan tiga pemancar untuk menguji korelasi antara faktor spasial dan temporal dalam transmisi gelombang elektromagnetik menggunakan Xbee Pro 24-Aci-001.



Gambar 3. Teknik pengambilan data variasi spasial. Teknik pengambilan data dengan mengirimkan kode ASCII dari pemancar A terhadap pemancar B. Dari kedua pengiriman tersebut didapatkan data tentang laporan pengiriman berupa data penerimaan ASCII di penerima B. Selanjutnya mencatatnya ke dalam dua bagian apakah data tersebut tergolong dapat diterima utuh, dapat diterima dengan cacat dan atau malah sebaliknya tidak dapat diterima sama sekali.

Instrumen penelitian dalam tugas akhir ini adalah sebagai mana telah disinggung di atas terdiri dari komponen-komponen elektronika yang terintegrasi menjadi sebuah instrument dasar sistem telemetri. Sistem dasar ini ditunjang oleh modul komunikasi Xbee Pro 24-Aci-001 yang memiliki frekuensi kerja 2.4 GHz. Xbee Pro24-Aci-001seri 1 ini bekerja dalam dua fungsi yang berbeda, yaitu fungsi individu yang artinya modul ini sudah dapat dimanfaatkan sebagai media telemetri untuk menyampaikan informasi baik analog ataupun digital I/O. Sedangkan berikutnya merupakan fungsi komunikasi oleh eksternal prosesor yang mana eksternal prosesor bertindak sebagai media jembatan informasi antara objek fisis dan modul Xbee Pro 24-Aci-001. Dalam penelitian tugas akhir ini penulis menggunakan ATmega 16 16PU sebagai prosesor dengan menggunakan eksternal osilator (crystal) sebesar 11.059200 MHz. Tipe kristal ini mampu memberikan tambahan kecepatan lebih dari internal osilator ATmega16 16PU yang telah diberikan oleh vendornya. Kemudian untuk mempermudah user dalam mengoperasikan percobaan, maka dalam penelitian ini digunakan LCD dot matriks 16x4 yang lebih fleksibel dan efisien. Selain itu digunakan pula beberapa komponen tambahan seperti push button untuk memasukkan beberapa simbol sederhana kode ASCII yang nantinya dijadikan konten dari proses pengambilan data untuk

diketahui apakah data dapat dikirimkan secara baik ataupun tidak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran jangkauan modul Xbee Pro 24-Aci-001 dilakukan pada beberapa jarak tertentu untuk mengetahui efektivitas perambatan gelombang elektromagnetik di udara. Pengambilan data dilakukan dalam kondisi cuaca yang berbeda dan dalam waktu yang tidak bersamaan. Pemilihan waktu dan kondisi ditujukan untuk mengetahui efektivitas pengiriman data untuk kondisi tertentu. Pengukuran dilakukan pada tempat dimana dapat dijangkau jarak terjauh radius pengiriman Xbee Pro 24-Aci-001 yaitu sebesar 1,6 km. Pemilihan jarak maksimal sampai dengan 1600 m didasarkan pada datasheet Xbee Pro 24-Aci-001 yang memiliki radius pengiriman sebesar 1,6 km. Data yang dikirimkan berupa karakter ASCII, yaitu karakter 'a', 'b' dan 'c' yang dikirim selama selang waktu 1 s. Pertimbangan pemilihan selang waktu 1 s didasarkan pada kemudahan pengamatan pengiriman data. Hasil-hasil percobaan dapat diamati dalam table 1 berikut.

Tabel 1. Hasil pengiriman data Xbee Pro

No	Jarak pengiriman (m)	Pengiriman <i>source 1</i> dan <i>receiver 1</i>
1	1	'a';'b';'c'
2	2	'a';'b';'c'
3	3	'a';'b';'c'
4	4	'a';'b';'c'
5	5	'a';'b';'c'
6	6	'a';'b';'c'
7	7	'a';'b';'c'
8	8	'a';'b';'c'
9	9	'a';'b';'c'
10	10	'a';'b';'c'
11	20	'a';'b';'c'
12	30	'a';'b';'c'
13	40	'a';'b';'c'
14	50	'a';'b';'c'
15	60	'a';'b';'c'
16	70	'a';'b';'c'
17	80	'a';'b';'c'
18	90	'a';'b';'c'
19	100	'a';'b';'c'
20	200	'a';'b';'c'
21	300	'a';'b';'c'

No	Jarak pengiriman (m)	Pengiriman <i>source 1</i> dan <i>receiver 1</i>
22	400	'a';'b';'c'
23	500	'a';'b';'c'
24	600	'a';'b';'c'
25	700	'a';'b';'c'
26	800	'a';'b';'c'
27	900	'a';'b';'c'
28	1000	'a';'b';'c'
29	1100	'a';'b';'c'
30	1200	'a';'b';'c'
31	1300	'a';'b';'c'
32	1400	'a';'c'
33	1500	'a';'c'
34	1600	Lenyap semua

Hasil pada Tabel 1 di atas menunjukkan bahwa pengiriman pada jarak 1 m hingga 1300 m dapat dikirimkan dengan baik, tanpa ada data yang hilang antara source dan receiver. Bias informasi mulai terjadi saat jarak bergeser dari 1300 m menuju 1400 m. Data yang hilang bervariasi untuk beberapa kali pengiriman. Untuk pengiriman tertentu ada data yang hilang berupa karakter 'a', tetapi untuk periode tertentu karakter 'b' atau 'c' selanjutnya yang hilang. Metode pengiriman data yang digunakan merupakan pengiriman yang mengikuti skueni satu data tanpa pembalikan, oleh karena itu mudah untuk mengamati hilangnya karakter pada receiver. Hasil-hasil di atas merupakan data yang diperoleh pada kondisi cuaca cerah saat pagi hari.

Menurut teori pada sistem perambatan gelombang elektromagnetik, pelemahan terjadi ketika komponen spasial medan elektromagnetik sebagai produk sistem pemancar gelombang elektromagnetik meningkat. Solusi persamaan gelombang elektromagnetik menceritakan keadaan tersebut dapat dipandang sebagai bagian dari karakter fisis gelombang elektromagnetik dalam suatu medium dispersif. Hal ini dapat dilihat dari faktor pelemahan amplitudo medan e^{-kz} yang menceritakan semakin besar z seiring dengan perambatan gelombang, maka amplitudo $E(z,t)$ dan $B(z,t)$ semakin menurun. Dengan penurunan amplitudo maka besarnya energi elektromagnetik yang ditransmisikan akan berkurang, karena energi gelombang sebanding dengan kuadrat amplitudo gelombang. Akibat berkurangnya energi, maka data lenyap pada periode dan jarak tertentu. Jangkauan yang tertera pada Xbee Pro memiliki jarak jangkauan tertentu yaitu sebesar 1,6 km. Hal inilah yang sebenarnya menjadi dasar pemilihan jarak maksimal pengambilan

data yang ditentukan yaitu sebesar 1600 m. Lenyapnya data pada jarak 1300 m menunjukkan menurunnya energi gelombang elektromagnetik, sehingga informasi yang dibawa mengalami gangguan, bahkan untuk jarak yang semakin jauh dari sumber tidak dapat diterima.

PENUTUP

Simpulan

1. Jarak efektif untuk proses transmisi data dengan menggunakan modul Xbee Pro 24-Aci-001 adalah jarak kurang dari atau sama dengan 1300 m.
2. Pelemahan yang terjadi pada proses pengiriman data dikarenakan faktor e^{-kz} yang merupakan karakteristik perambatan gelombang EM dalam bahan konduktif.
3. *Skin depth* udara berada pada orde 10^{12} m berarti jangkauan perambatan gelombang EM tanpa bias adalah jauh sekali.

Saran

Penggunaan mikrokontroler sebaiknya memakai kristal lebih besar dari 128 MHz, agar menghasilkan siklus data dalam orde 10^{-9} s yang diperlukan untuk mereduksi bias informasi sekecil mungkin.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih yang sedalam-dalamnya untuk Dosen Pembimbing Imam Suchyo, M.Si dan Tjipto Prastowo, Ph.D yang banyak memberikan ilmu dan pengalaman hidup untuk menjadi mahasiswa yang lebih baik. Ucapan terimakasih untuk Endah Rahmawati, M.Si dan juga Dzulkifli, S.Si, M.T selaku Dosen Penguji yang telah memberikan banyak masukan dalam penelitian Tugas Akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bisiry, K. A. (2012). Rancang Bangun Komunikasi Data Wireless Mikrokontroler Menggunakan Modul Xbee Zigbee (IEEE 802.15.4). Jurnal Ilmiah, 30.
- Ergen, S. C. (2004). ZigBee/IEEE 802.15.4 Summary. In Ergen. Berkeley, California.
- Griffiths, D. J. (1999). Introduction to Electrodynamics 3rd ed. A. Reeves, Ed. New Jersey: Prentice Hall.
- Rao, V. P. (2005). The simulative Investigation of Zigbee/ IEEE 802.15.4. Dresden: Dresden Univesity Of Technology.
- Saunders, S. R., & N -Zavala, A. A. (2007). Antennas And Propgation For Wireless Communication System. Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.
- Supriyanto. (2007). Perambatan Gelombang Elektromagnetik. Jakarta: Departemen Fisika FMIPA Universitas Indonesia.