

# Pengembangan “Trainer Microwave” sebagai Modul Praktikum Transmisi Data Melalui Propagasi Gelombang Mikro 9,5 GHz

Budi Aswoyo<sup>1</sup>, Kuku Setyadjit<sup>2</sup>, Anang Budikarso<sup>3</sup>, Ahmad Ridho 'i<sup>4</sup>,  
Nurkasan<sup>5</sup>, Noer Soedjarwanto<sup>6</sup>, Djoko Santoso<sup>7</sup>, Suryono<sup>8</sup>  
Staff Dosen Politeknik Elektronika Negeri Surabaya 1,3,7,8  
Staff Dosen Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya 2,4  
Staff Dosen Universitas Muhammadiyah Malang 5  
Staff Dosen Universitas Negeri Lampung 6  
Kampus PENS-ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya  
Telp: +62+031+5947280  
Email: budias@eepis-its.edu

## Abstrak

Dalam makalah ini, dipaparkan metodologi dan hasil pengembangan trainer microwave ANDO AS-50650 sebagai modul praktikum sistem komunikasi data satu arah (simplex), melalui propagasi gelombang mikro di udara pada frekuensi 9,5 GHz. Metodologi digunakan, antara lain: pengembangan sistem baik pada sisi pemancar maupun penerima dari trainer tersebut, penambahan perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software), serta integrasi sistem. Hasil pengembangan trainer microwave tersebut, kini dapat digunakan sebagai modul praktikum komunikasi data melalui gelombang mikro di udara pada frekuensi sekitar 9,5 GHz, beserta beberapa aspek propagasi seperti: refleksi, absorpsi, redaman dan pengaruh polarisasi antena. Dari hasil pengembangan trainer tersebut, praktikan dapat mengamati bahwa jarak propagasi, kecepatan bit, merupakan salah satu faktor menentukan kesalahan penerimaan data. Proses pengiriman data, juga dapat dilakukan melalui pantulan dari logam (bahan-bahan konduktif), dan menembus bahan penyerap (bahan dielektrik) dengan ketebalan tertentu. Selain itu, pengiriman data akan berlangsung dengan baik, jika polarisasi antena pemancar sama dengan antena penerima.

*Kata Kunci:* trainer microwave, propagasi gelombang mikro, transmisi data

## 1. PENDAHULUAN

Dengan adanya pandemi Covid-19, dan kondisi ekonomi baru bangkit, maka hampir-hampir sulit dipenuhi bila ada usulan-usulan baru tentang pengadaan sarana praktikum di institusi pendidikan, terutama untuk modul-modul praktikum berorientasi import dari luar negeri. Untuk itu, pengembangan modul praktikum ada di laboratorium, merupakan usaha perlu dilakukan, guna memenuhi tuntutan pendidikan di perguruan tinggi yang semakin berkembang. Terlebih lagi di institusi pendidikan vokasi berorientasi pada praktik (dimana porsi praktek 40 % dan teori 60 %).

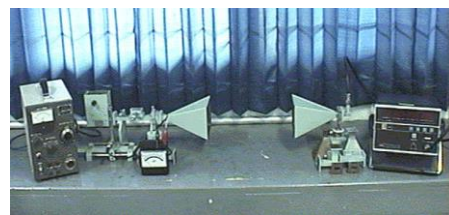
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya (PENS), merupakan salah satu institusi pendidikan tinggi bergerak di bidang teknik elektro, peralatan dan modul-modul praktikum saat ini, umumnya hibah dari pemerintah Japan (*Japan International Cooperation Agency* atau JICA). Banyak peralatan sudah hampir berumur lebih dari dua puluh tahun, guna mendukung proses belajar mengajar dalam mata kuliah praktikum. Salah satu modul praktikum sangat potensial mendukung praktikum teknik transmisi gelombang mikro di Prodi Telekomunikasi, adalah trainer microwave ANDO AS-50650, seperti terlihat pada Gambar 1.

Dengan modul praktikum trainer microwave, mahasiswa dapat memahami proses transmisi sinyal beserta beberapa aspek propagasi melalui gelombang

mikro, seperti: pengukuran frekuensi gelombang, panjang gelombang, redaman propagasi, polarisasi gelombang, pantulan gelombang, serta absorpsi oleh benda-benda di sekitarnya.

Berdasarkan petunjuk operasional, sangat memungkinkan trainer tersebut didaya-gunakan/dikembangkan menjadi modul praktikum transmisi data melalui propagasi gelombang mikro lebih aplikatif dan menarik.

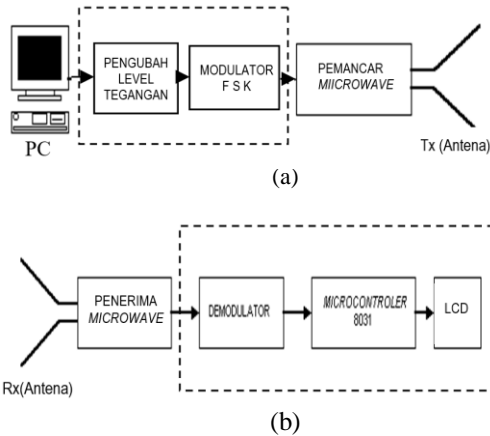
Metodologi dan hasil pengembangan trainer microwave sebagai modul transmisi data, dengan menambah kekurangan pada bagian pemancar dan penerima, sehingga trainer tersebut dapat digunakan sebagai modul praktikum transmisi data melalui propagasi gelombang mikro beserta aspek-aspek propagasinya.



Gambar 1. Trainer Microwave ANDO AS-50650 [1]

## 2. PENGEMBANGAN SISTEM

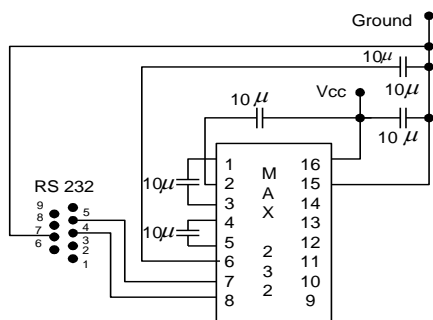
Gambar 2a dan 2b memperlihatkan diagram blok pengembangan trainer microwave ANDO AS-50650 di bagian pemancar dan penerima. Perangkat tambahan pemancar, terdiri: dari IBM PC, unit pengubah level tegangan MAX 232, modulator FSK dan bagian penerima terdiri dari: demodulator FSK, mikrokontroler 8031, dan rangkaian LCD.



Gambar 2. Diagram blok pengembangan sistem (a) bagian pemancar (b) bagian penerima

### 2.1 Pengubah Tegangan MAX 232

Rangkaian pengubah tegangan MAX 232, ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengubah level tegangan dengan IC MAX

Rangkaian ini berfungsi untuk mengubah level keluaran tegangan keluar dari IBM PC, yaitu level RS 232 menjadi level tegangan TTL. Tegangan biner pada level RS 232 untuk logic '1' didefinisikan -3 volt sampai -15 volt dan logic '0' didefinisikan +3 volt sampai +15. Pada level TTL didefinisikan untuk kondisi '0' tegangannya adalah 0 volt sampai 0,4 dan untuk kondisi '1' tegangannya 2,4 volt sampai 5 volt.

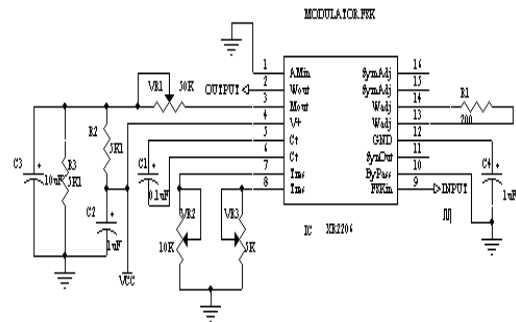
### 2.2 Modulator FSK

Dalam kegiatan ini, dipakai modulator XR 2206 sebagai aplikasi FSK mempunyai keluaran gelombang berbentuk sinusoidal maupun segitiga, dengan stabilitas cukup tinggi.

Spesifikasi dan karakteristik XR 2206 didapatkan dari buku data antara lain:

Tegangan suplai : 10 s/d 26 volt

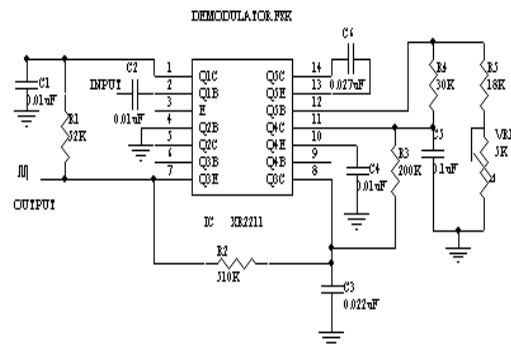
Range frekuensi : 0,01 Hz s/d 1 Mhz  
Level tegangan data : 2 mV s/d 3 Vp-p  
Rangkaian modulator IC XR 2206, ditunjukkan dengan Gambar 4.



Gambar 4. Rangkaian modulator FSK IC XR 2206

### 2.3 Demodulator FSK

Demodulator FSK, menggunakan IC XR 2211 berfungsi untuk memperoleh kembali sinyal keluaran dari penerima gelombang mikro bentuknya sama dengan bentuk sinyal masukan pada rangkaian modulator. Rangkaian demodulator tersebut, seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian demodulator FSK IC XR 2211

### 2.4 Sistem Minimum 8031

Mikrokontroler digunakan adalah sistem minimum 8031 produksi ALTECH Electronics. Sistem ini digunakan untuk menerima data dari demodulator dan mengatur tampilan pada LCD. Spesifikasi sistem tersebut adalah sebagai berikut :

CPU : 8031.

Memory : RAM 6264 memiliki kapasitas 2 kilobyte, dan mampu menampung 1000 karakter dimana 1 karakter adalah 2 byte (ASCII).

Pada modul RAM 6264 dialamatkan C000 H.

EPROM : EPROM menggunakan IC EPROM 2764 dengan kapasitas 8 kilobyte.

Port LCD pada alamat A000H.

PPI 8225 alamat E000H (tidak dipergunakan).

Port Serial RS 232 beserta Driver.

### 2.5 Modul LCD

Modul LCD digunakan adalah LCD dari ShenZhen TIANMA Microelectronic Co. Ltd, dengan model TM202 ABC. Keuntungan modul LCD ini adalah memerlukan konsumsi daya kecil, kekontrasan tinggi,

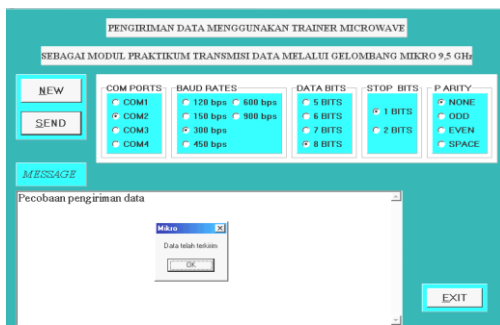
sudut pandang lebar, serta terdapatnya pengatur berbasis CMOS dalam satu modul. Modul ini dengan mudah dapat diantar-mukakan dengan mikrokontroler 8031.

### 2.6 Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak (software) dipakai untuk menjalankan sistem ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu program untuk PC dan program untuk mikrokontroler. Program pada PC digunakan untuk mengirimkan data diketikkan pada PC melalui port serial (communication port) dan program pada mikrokontroler digunakan untuk mengendalikan perangkat keras sesuai dengan spesifikasi diinginkan.

### 3. HASIL PENGEMBANGAN SISTEM

Dalam melakukan eksperimentasi komunikasi data melalui trainer microwave ANDO AS-50650 ini, bermula dari tampilan menu utama, seperti Gambar 7a. Dengan memilih “START” pada menu telah disajikan pada tampilan utama tersebut, maka akan muncul menu lanjutan (Gambar 7b). Untuk melakukan eksperimentasi pengiriman data, dapat diketikkan karakter pada kolom “MESSAGE”. Dengan meng-klik menu “SEND” pada tampilan, karakter data telah diketikkan akan dikirim ke sistem transmisi dan akan ditampilkan pada LCD. Dan pada tampilan akan menampilkan respons “Data telah terkirim”, mengisyaratkan bahwa data dari pemancar telah dikirimkan ke bagian penerima.



Gambar 7. Tampilan proses pengiriman data

Proses evaluasi eksperimentasi dilakukan di sini, dengan cara melakukan pengiriman kata “Percobaan pengiriman data” (sebanyak 25 karakter) dengan beberapa kondisi berikut ini:

Pengiriman data secara langsung (line of sight).

Pengiriman data melalui pantulan (reflection).

Pengiriman data melalui penyerap (absorber).

Pengiriman data dengan pengaruh layar polarisator.

Harga attenuator variabel diatur 0 dB, agar diperoleh level pengiriman sinyal seoptimal mungkin.

#### 3.1 Pengiriman Data secara Langsung

Pengiriman data secara langsung (line of sight) dilakukan dengan menempatkan antena pemancar dan antena penerima saling berhadapan pada jarak bervariasi, yakni: 50 cm, 100 cm, 150 cm, 200 cm dan 250 cm tanpa ada halangan, dengan kecepatan bit bervariasi, yakni: 300 bps, 500 bps dan 800 bps. Keadaan ini ditunjukkan pada Gambar 8.

Dengan mengetik kata “Percobaan pengiriman data” (sebanyak 25 karakter) pada kolom “MESSAGE” dan meng-klik menu “SEND” pada tampilan, karakter data tersebut akan dikirim dan akan ditampilkan pada LCD.



Gambar 8. Eksperimentasi pengiriman data secara langsung (line of sight)

Sebagai ilustrasi hasil eksperimentasi, kesalahan (error) penerimaan data untuk jarak dan kecepatan bit bervariasi ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Ilustrasi hasil ekeksperimentasi pengiriman data untuk pengiriman langsung (line of sight)

Jarak:	Kesalahan (error):		
	300 bps	500 bps	800 bps
50 cm	tidak ada	tidak ada	tidak ada
100 cm	tidak ada	tidak ada	tidak ada
150 cm	tidak ada	tidak ada	2 karakter
200 cm	tidak ada	2 karakter	4 karakter
250 cm	2 karakter	5 karakter	8 karakter

Dari Tabel 1, praktikan dapat menyimpulkan bahwa faktor jarak propagasi dan kecepatan bit pengiriman data, sangat menentukan kesalahan penerimaan data. Semakin jauh jarak propagasi semakin besar kesalahan penerimaan data, demikian juga semakin besar kecepatan bit semakin besar pula kesalahan penerimaan data.

#### 3.2 Pengiriman Data melalui Pemantul

Pengiriman data melalui pemantul (reflector) dilakukan dengan menempatkan antena pemancar dan antena penerima pada jarak sekitar 50 cm terhadap pemantul terbuat dari logam (bahan konduktif), dengan sudut datang dan sudut pantul sekitar 45°, seperti Gambar 9. Kecepatan bit pengiriman data diatur 300 bps. Pada keadaan ini, pengiriman data dapat berjalan dengan baik (tanpa kesalahan). Kemudian pemantul (reflektor) diubah-ubah posisinya (sudut datang dan pantul berubah-ubah). Pada keadaan ini, data diterima akan terjadi kesalahan (error) atau proses komunikasi data tidak dapat dilakukan.



Gambar 9. Eksperimentasi pengiriman data melalui pantulan (reflection)

Proses pengiriman data melalui propagasi gelombang dapat dilakukan melalui pantulan dari logam, dengan sudut datang dan sudut pantul gelombang terhadap normal permukaan sama besar.

### 3.3 Pengiriman Data melalui Penyerap

Pengiriman data melalui suatu penyerap (absorber) dilakukan dengan menempatkan antena pemancar dan antena penerima pada 100 cm dengan kecepatan bit bervariasi, yakni: 300 bps, 500 bps dan 800 bps dan di antara kedua antena tersebut diberi penghalang, berupa penyerap terbuat dari bahan isolator. Eksperimen ini sama dengan eksperimen pengiriman data langsung, hanya antara pemancar dan penerima diberi halangan bahan penyerap. Sebagai ilustrasi, hasil eksperimentasi untuk jumlah bahan penyerap dan kecepatan bit bervariasi terhadap kesalahan penerimaan data seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Ilustrasi hasil eksperimentasi pengiriman data melalui penyerap (absorber)

Jumlah penyerap	Kesalahan (error):		
	300 bps	500 bps	800 bps
1 (satu)	tidak ada	tidak ada	tidak ada
2 (dua)	tidak ada	tidak ada	3 karakter
3 (tiga)	tidak ada	2 karakter	5 karakter
4 (empat)	2 karakter	4 karakter	8 karakter
5 (lima)	5 karakter	7 karakter	10 karakter

Dari Tabel 2, praktikan dapat menyimpulkan bahwa pengiriman data dilakukan melalui propagasi gelombang mikro dapat menembus bahan penyerap dengan ketebalan tertentu.

### 3.4 Pengiriman Data melalui Layar Polarisator

Pengiriman data melalui suatu layar polarisator dilakukan dengan menempatkan antena pemancar dan antena penerima pada jarak sekitar 100 cm dan di antara kedua antena tersebut diberi layar polarisator dengan berbagai posisi, yaitu vertikal, miring dan horisontal. Kecepatan bit pengiriman data diatur 300 bps. Gambar 11 menunjukkan proses pengiriman data melalui layar polarisator dengan posisi miring.



Gambar 11. Eksperimentasi pengiriman data melalui layar polarisator

Hasil eksperimentasi pengiriman data melalui layar polarisator untuk berbagai posisi ditunjukkan pada Tabel

3. Pada saat layar polarisator pada posisi vertikal, pengiriman data dapat berjalan dengan baik (tanpa kesalahan). Kemudian posisi layar polarisator diubah pada posisi miring, ternyata pengiriman data berlangsung dengan kesalahan (error). Pada saat layar polarisator berada pada posisi horisontal, proses komunikasi data tidak dapat dilakukan.

Tabel 3. Ilustrasi hasil eksperimentasi pengiriman data melalui layar polarisator

Posisi Layar Polarisator	Kesalahan (error):
Vertikal	tidak ada
Miring	2 karakter
Horisontal	total

Dari Tabel 3, praktikan dapat menyimpulkan bahwa pada proses pengiriman data melalui propagasi gelombang mikro, faktor polarisasi gelombang merupakan salah faktor penting. Pengiriman data akan berlangsung dengan baik, jika polarisasi antena pemancar sama dengan antena penerima.

## 4. KESIMPULAN

Trainer microwave ANDO AS-50650 telah berhasil dikembangkan sebagai transmisi data. Eksperimentasi komunikasi data menggunakan hasil pengembangan dari trainer ini, memungkinkan mengantarkan praktikan mencapai pemahaman lebih baik tentang proses transmisi data melalui propagasi gelombang mikro di udara.

Pengaruh refleksi, absorpsi, redaman dan polarisasi antena pada propagasi gelombang mikro, merupakan masalah riil sering dijumpai dalam sistem komunikasi data melalui propagasi gelombang lebih luas. Semakin jauh jarak propagasi semakin besar kesalahan penerimaan data, demikian juga semakin besar kecepatan bit semakin besar pula kesalahan penerimaan data. Proses pengiriman data melalui propagasi gelombang mikro, juga dapat dilakukan melalui pantulan dari logam dan menembus bahan penyerap dengan ketebalan tertentu. Selain itu, pengiriman data akan berlangsung dengan baik, jika polarisasi antena pemancar sama dengan antena penerima.

Hasil pengembangan sebagai modul praktikum komunikasi data ini, telah diduplikasi oleh perguruan tinggi dan politeknik lain.

## DAFTAR PUSTAKA:

- [1] \_\_\_\_\_, "ANDO ELECTRONIC TRAINER Co.Ltd, JAPAN Edisi I & 2, Modul Praktikum Gelombang Mikro.
- [2] Xia, WH, Meng, YF and Li, WQ (2018) Study on multipath channels model of microwave propagation in a drill pipe. Journal of Electromagnetic Waves and Applications 32, 129–137.
- [3] T.S. Rappaport et al., Millimeter Wave Wireless Communications, Pearson/Prentice-Hall, 2015.
- [4] T.S. Rappaport et al., "Wideband Millimeter-Wave Propagation Measurements and Channel Models for Future Wireless Communication System Design", *IEEE Trans. Commun.*, vol. 63, no. 9, pp. 3029-56, Sept. 2015.
- [5] *Guidelines for Evaluation of Radio Interface Technologies for IMT-2020*, [online] Available: <http://www.itu.int>.
- [6] \_\_\_\_\_, "Data sheet Maxim Integrated Circuit", tahun 2015.