

PENGUKURAN KUAT SINYAL GELOMBANG RADIO MODULASI FREKUENSI (FM) BERFREKUENSI RENDAH PADA RUANG BEBAS

STRENGTH MEASUREMENT OF RADIO WAVE SIGNAL FREQUENCY MODULATION (FM) WITH LOW FREQUENCY IN FREE SPACE

Aditya Wirawan Saputra¹, Muhammad Farhan Haidar Ath-Thariq², Dr. Nyoman Bogi Aditya Karna, S.T., MSEE³, Dr. Arfianto Fahmi, S.T.,M.T⁴

^{1,2,3} Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹aditwira@student.telkomuniversity.ac.id,

²farhanhaidaratthariq@student.telkomuniversity.ac.id, ³aditya@telkomuniversity.ac.id,

⁴arfiantof@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Kekayaan sumber daya tanah pada saat ini sudah mulai menipis, hal ini diakibatkan karena meningkatnya kebutuhan sumber daya alam yang dibutuhkan oleh manusia, oleh karena itu penelitian tentang komunikasi bawah laut sangat diharapkan untuk menggali dan mengelola sumber daya alam yang terkubur di dalam air yang dapat menjadi alternatif lain untuk memenuhi kebutuhan sumber daya alam di masa depan. Komunikasi radio adalah salah satu komunikasi nirkabel yang mampu mengirimkan data secara *real-time* menggunakan gelombang elektromagnetik, namun besarnya frekuensi yang digunakan pada komunikasi radio sangat rentan terhadap redaman yang terjadi di bawah air. Pada penelitian tugas akhir ini, kami menggunakan gelombang radio dengan teknik modulasi FM berfrekuensi rendah dan menganalisa redaman yang terjadi pada saat berkomunikasi di udara sebagai pemanding pengujian redaman di dalam air. Hasil yang diperoleh dari pengujian dan pengukuran redaman gelombang radio FM di udara menggunakan frekuensi 833.3 kHz dengan jarak 10 cm hingga 12 m didapatkan persentase redaman sebesar 70.4% sampai 91.25% pada saat pemancar dan penerima diletakan secara line of sight (LOS).

Kata kunci: Komunikasi bawah laut, Frekuensi Modulasi, Gelombang Radio.

Abstract

The amount of land resources is currently running low, this is due to the increasing need for resources needed by humans, therefore research on underwater communication is expected to develop and localize natural resources buried in water which can become other alternatives to meet the needs of natural resources in the future. Radio communication is one of the wireless communications that transmits real-time data using electromagnetic waves, but the frequencies used in radio communication are very vulnerable to attenuation that occurs underwater. In this final project, we use radio propagation with low frequency FM modulation technique and analyze the attenuation that occurs when communicating in the air as a comparison for testing attenuation in water. The results obtained from testing and measuring the attenuation of FM radio waves in the air use a frequency of 833.3 kHz with a distance of 10 cm to 12 m, there is an percentage of attenuation is from 70.4% to 91.25% when the transmitter and receiver are placed in line of sight (LOS).

Keywords: Underwater Communication, Frequency Modulation, Radio Waves.

1. Pendahuluan

Sumber daya alam yang dibutuhkan manusia sebagian besar diperoleh dari sumber daya tanah, namun pada saat ini kekayaan sumber daya tanah sudah mulai menipis, oleh karena itu penelitian tentang komunikasi bawah laut sudah sangat diharapkan, penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan dan melokalisasi sumber daya alam yang terkubur di dalam air yang dapat menjadi alternatif lain untuk memenuhi kebutuhan sumber daya alam di masa depan [1]. Air sebagai media propagasi komunikasi radio untuk menyalurkan informasi dari pemancar dan penerima memiliki berbagai kendala jika dibandingkan dengan di ruang bebas (*free space loss*). Difraksi, noise dan visibilitas yang buruk sangat mungkin terjadi di dalam air [1]. *Sound Navigation and Ranging* (SONAR) adalah teknologi yang saat ini masih digunakan untuk berkomunikasi di dalam air, teknologi komunikasi ini mampu mendeteksi frekuensi gelombang akustik yang dihasilkan oleh obyek di dalam air, SONAR memiliki *bit rate* yang rendah sehingga belum dapat berkomunikasi secara real-time dan tidak bisa mengirimkan data dalam bentuk citra maupun suara [2], selanjutnya dilakukan riset tentang penggunaan *Visible Light Communication* (VLC) untuk pengiriman data di dalam air, namun penggunaan *ultra-high bandwidths* dari sistem optik sangat rentan terhadap kekeruhan air, dan membutuhkan *line-of sight* yang sempurna saat berkomunikasi [3]. Komunikasi radio adalah salah satu komunikasi nirkabel yang mampu mengirimkan data secara real-time menggunakan gelombang elektromagnetik, namun besarnya frekuensi yang digunakan pada komunikasi radio sangat rentan terhadap redaman yang terjadi di bawah air, oleh karena itu penelitian pada tugas akhir ini adalah tentang bagaimana kinerja komunikasi sinyal radio menggunakan teknik *frequency modulation* (FM) berfrekuensi rendah dan mengetahui besaran redaman yang terjadi pada saat berkomunikasi, penelitian ini adalah sebagai penelitian awal dari penggunaan gelombang radio untuk berkomunikasi di bawah air yang diharapkan dapat dikembangkan menjadi alat komunikasi radio bawah laut.

2. Dasar Teori

2.1 Komunikasi Nirkabel

Komunikasi nirkabel merupakan suatu bentuk transfer informasi antara dua titik atau lebih menggunakan kanal radio sebagai media penyalur sinyal informasi. Pada saat melewati kanal radio, sinyal akan melalui berbagai macam hambatan yang menyebabkan terjadinya pelemahan sinyal pada penerima. Jarak antara pemancar dan penerima bervariasi dari LOS (*Line Of Sight*) hingga tertutup oleh penghalang (NLOS) [4].

2.2 Redaman pada komunikasi nirkabel

Redaman pada komunikasi nirkabel merupakan efek dari turunnya level daya sinyal dan fluktuasi daya rata-rata sinyal terima di sepanjang lingkungan propagasi komunikasi bergerak dengan perubahan sinyal yang lambat akibat menempuh jarak tertentu [4]. Besar persentase redaman dapat dihitung menggunakan persamaan (2.1):

$$\text{Presentase Redaman (\%)} = \frac{(V_{tx} - V_{rx})}{V_{tx}} \times 100\% \quad (2.1)$$

Simbol V_{tx} merupakan nilai besaran daya pada pemancar, kemudian symbol V_{rx} merupakan nilai besaran daya pada sisi penerima.

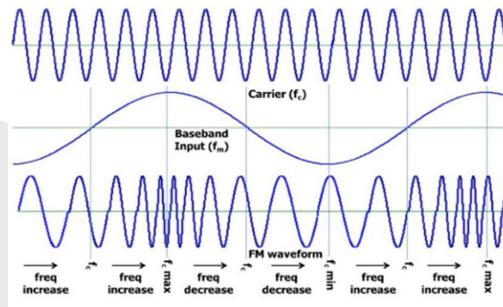
2.3 Komunikasi Radio

Komunikasi radio adalah suatu sistem komunikasi menggunakan udara sebagai media komunikasinya dan menggunakan gelombang radio sebagai sinyal pembawa. Sistem ini merupakan komunikasi nirkabel *point to point* dimana data atau informasi yang ditransmisikan ditumpangkan di sinyal *carrier* dengan media transmisi yaitu udara [5].

2.4 Modulasi Frekuensi (FM)

Modulasi Frekuensi atau *Frequency modulation* (FM) adalah proses modulasi dimana sinyal informasi dapat digunakan untuk mengubah frekuensi pembawa. Teknik FM memiliki beberapa kelebihan, diantaranya perbandingan sinyal dan derau (*Signal to Noise Ratio*) S/N dapat ditingkatkan tanpa harus menambah daya yang dipancarkan. Bentuk interferensi tertentu pada penerimaan lebih mudah untuk diredam atau ditekan dan proses modulasi dapat dilakukan pada tingkat daya yang lebih rendah pada pemancar, sehingga dengan demikian tidak diperlukan daya modulasi yang terlalu besar [6].

Transmitter yang digunakan untuk transmisi sinyal FM juga dapat digunakan diaplikasikan untuk beberapa alat, contohnya radio satelit, *portable media player*, video portabel, dan *wireless headphone*[7].



Gambar 1. Proses modulasi sinyal FM.

2.3 Demodulasi

Definisi demodulasi adalah proses pemisahan frekuensi sinyal info dari suatu gelombang pembawa (carrier wave) yang termodulasi oleh rangkaian menggunakan alat yang disebut demodulator. Definisi demodulator adalah rangkaian penerima komunikasi radio yang berfungsi memisahkan informasi asli dari gelombang campuran (yaitu gelombang sinyal info yang termodulasi). Demodulator sering juga disebut dengan detector [8].

2.5 Free Space Loss (FSL)

Pada saat sinyal radio berpropagasi di udara akan mengalami redaman dari udara. Besarnya redaman yang terjadi dapat dihitung menggunakan persamaan (2.2). Redaman ini disebut dengan *Free Space Loss* [9].

$$FSL(dB) = -87.55 + 20\log_{10}F(kHz) + 20\log_{10}D(m) \tag{2.2}$$

Simbol F(kHz) merupakan nilai besar frekuensi yang digunakan dalam satuan kilohertz, kemudian D(m) merupakan besaran jarak antara pemancar dan penerima dalam satuan meter.

2.6 Frekuensi Resonansi

Pada proses perancangan rangkaian ini, terdapat rangkaian *tank* yang digunakan untuk penyetelan frekuensi *carrier* yang akan digunakan. Frekuensi resonansi adalah salah satu rangkaian terpenting yang digunakan dalam rangkaian listrik dan elektronik, rangkaian ini juga dapat

ditemukan dalam berbagai bentuk seperti pada filter AC, filter kebisingan dan juga rangkaian penyetalan radio dan televisi [10]. Nilai frekuensi resonansi dapat dihitung menggunakan persamaan (2.4):^[10]

$$f_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \tag{2.3}$$

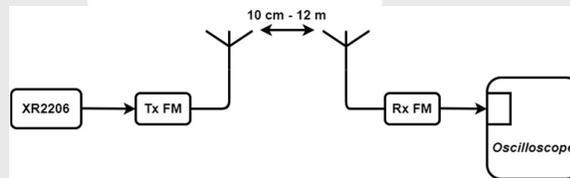
Simbol L merupakan nilai induktor dalam satuan Henry (H) dan C merupakan nilai kapasitor dalam satuan Farad (F).

2.7 Signal Generator XR2206

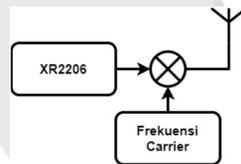
Generator sinyal Rigol DG1022A digunakan untuk menghasilkan gelombang sinyal informasi yang dibutuhkan saat pengukuran. Generator ini memiliki spesifikasi diantaranya dapat menghasilkan bentuk gelombang persegi, sinusoidal, dan segitiga dengan frekuensi sinyal informasi yang dapat diatur besarnya sampai dengan 1 MHz [11].

3. Perancangan dan Simulasi Sistem

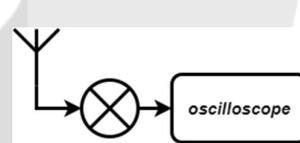
3.1. Desain Sistem



Gambar 3. Blok diagram pemancar dan penerima.



Gambar 4. Blok diagram pemancar

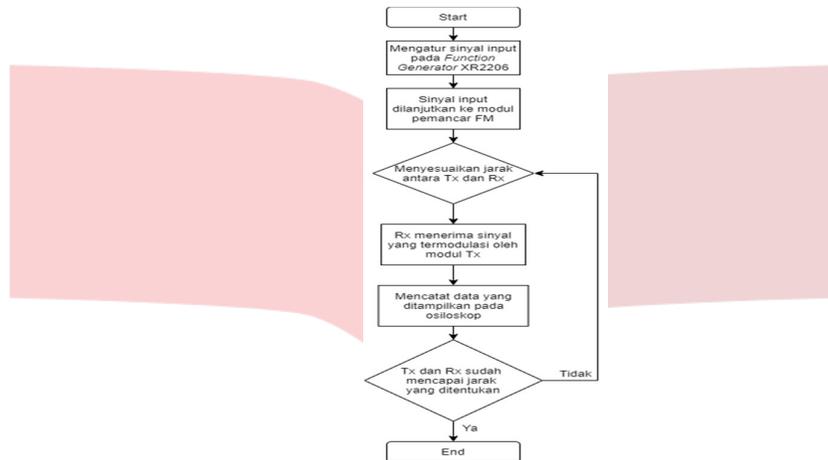


Gambar 5. Blok diagram penerima

Pada rangkaian pemancar, sinyal analog dengan frekuensi 833.3kHz yang dihasilkan oleh signal generator digunakan sebagai sinyal informasi yang akan ditumpangkan pada sinyal carrier di rangkaian transmitter FM, lalu sinyal informasi akan diteruskan ke antenna teleskopik untuk diradiasikan menjadi sinyal radio, selanjutnya penerima FM yang sudah berada di kanal frekuensi yang sama akan menangkap sinyal radio yang diradiasikan menggunakan antenna teleskopik, selanjutnya dari rangkaian penerima, sinyal akan dianalisis menggunakan osiloskop untuk dapat mengetahui besar redaman, dan selisih Vpp antara pemancar dan penerima untuk dicatat sebagai data penelitian tugas akhir.

3.2. Diagram Alir

Pada proses pengukuran redaman antara pemancar dan penerima sinyal FM ini, kami menentukan batasan penelitian pada diagram alur pengerjaan. Diagram alir pengerjaan tugas akhir ini bisa dilihat pada Gambar 6:



Gambar 6. Diagram alir sistem.

3.2. Desain Alat

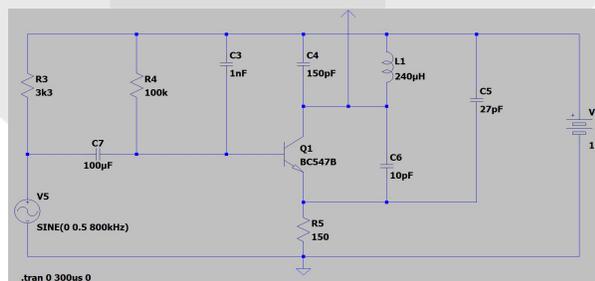
Pada desain alat, terdapat perancangan spesifikasi sistem radio FM yang menjelaskan tentang teknis sistem yang digunakan. Parameter sistem radio diambil dari penelitian terkait, yang terdiri dari *signal generator* XR2206, diagram skematik pemancar penerima, dan kanal transmisi yang digunakan.

3.2.1. Signal Generator XR2206

Spesifikasi Signal Generator XR2206 yang digunakan pada penelitian tugas akhir adalah sebagai berikut:

- Catu Daya : 9 – 12 V
- Frekuensi : 1 Hz – 1 MHz
- Amplituda : 0 – 3 V dalam 9 V DC input
- Distorsi : dibawah 1% (dalam 1 kHz)

3.2.2. Diagram Skematik Pemancar



Gambar 7. Diagram skematik pemancar

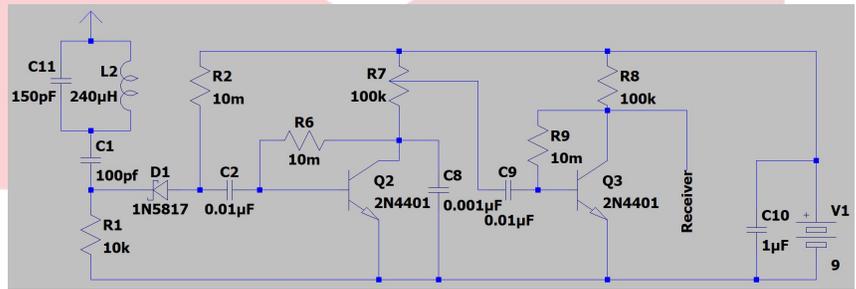
Besar frekuensi *carrier* pada pemancar dapat dihitung menggunakan persamaan (2.3):

$$f_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{240 \times 10^{-6} \times 150 \times 10^{-1}}}$$

$$f_c = 839 \times 10^3 \text{ Hz}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan besaran frekuensi *carrier* adalah sebesar 839 kHz

3.2.3. Diagram Skematik Penerima



Gambar 8. Diagram skematik penerima

Rangkaian tank yang identik digunakan agar frekuensi antara pemancar dan penerima berjalan di dalam satu kanal

3.3.4. Kanal Transmisi

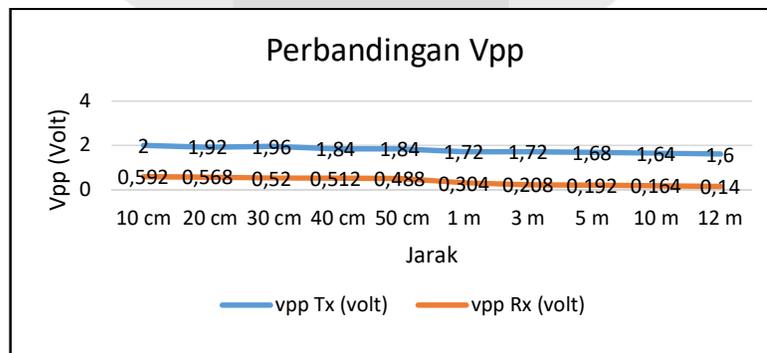
Model kanal yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah *Line Of Sight* (LOS). Dimana tidak ada penghalang antara pemancar dan penerima.

4. Hasil dan Analisis

Pengukuran redaman sinyal FM dilakukan di udara menggunakan model kanal *Line Of Sight* (LOS) pada frekuensi 833.3 kHz dengan parameter jarak 10 cm sampai 12 m.

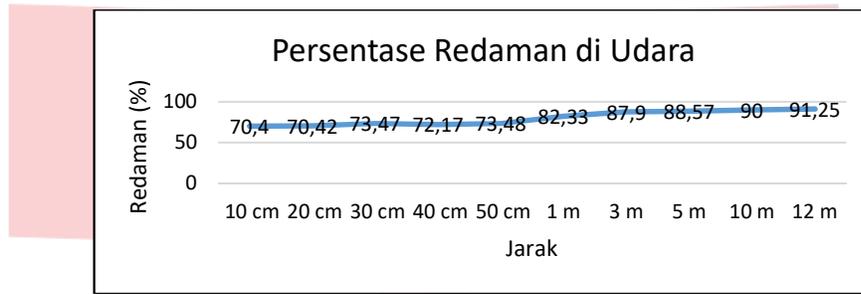
4.1. Perbandingan Peak to Peak Voltage (Vpp)

Hasil dari pengukuran Vpp pada gambar 9 didapatkan nilai Vpp pada pemancar sebesar 2 V pada jarak 10 cm, 1.92 V pada jarak 20 cm, 1.96 V pada jarak 30 cm, 1.84 V pada jarak 40 cm, 1.8 V pada jarak 50 cm, 1.72 V pada jarak 1 m juga 3m, 1.68 V pada jarak 5 m, 1.64 V pada jarak 10 m, dan 1.6 V pada jarak 12 m dengan penerima. Adapun nilai Vpp pada penerima sebesar 592 mV pada jarak 10cm, 568 mV pada jarak 20 cm, 520 mV pada jarak 30 cm, 512 mV pada jarak 40cm, dan 488 mV pada jarak 50 cm, 304 mV pada jarak 1m, 208 mV pada jarak 3 m, 192 mV pada jarak 5 m, 164 mV pada jarak 10 m, dan 140 mV pada jarak 12 m dengan pemancar. Dari hasil tersebut maka besar Vpp berpengaruh pada jarak, nilai Vpp yang didapatkan akan semakin kecil jika nilai jarak diperbesar.



Gambar 9. Perbandingan vpp pemancar dan penerima

4.2. Nilai Persentase Redaman di Udara

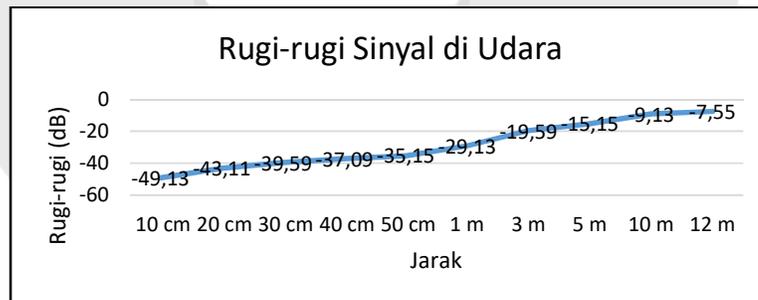


Gambar 10. Persentase redaman di udara

Perhitungan persentase redaman pada gambar 10 diselesaikan menggunakan persamaan (2.2), hasil pengukuran pada gambar 10 menunjukkan nilai presentase redaman pada jarak 10 cm sampai 12 m antara pemancar dan penerima sebesar 70.4% pada jarak 10 cm, 70.42% pada jarak 20 cm, 73.47% pada jarak 30 cm, 72.17% pada jarak 40 cm, 73.48% pada jarak 50 cm, 82.33% pada jarak 1 m, 87.9% pada jarak 3 m, 88.57% pada jarak 5 m, 90% pada jarak 10 m, dan 91.25 % pada jarak 12 m. Persentase redaman sinyal radio FM di udara berbanding lurus dengan jarak antara pemancar dan penerima, semakin jauh jarak antar perangkat maka persentase redaman semakin besar.

4.3. Rugi-rugi Sinyal di Udara

Perhitungan redaman pada gambar 11 menggunakan persamaan (2.3), Hasil perhitungan pada gambar 11 menunjukkan nilai rugi-rugi sinyal antara pemancar dan penerima pada frekuensi 833.3 kHz dengan jarak 10 cm sampai 12 m sebesar -49.13 dB pada jarak 10 cm, -43.11 dB pada jarak 20 cm, -39.59 dB pada jarak 30 cm, -37.09 dB pada jarak 40 cm, -35.15 dB pada jarak 50 cm, -29.13 dB pada jarak 1 m, -19.59 dB pada jarak 3 m, -15.15 dB pada jarak 5 m, -9.13 dB pada jarak 10 m, dan -7.55 dB pada jarak 12 m.



Gambar 11. Nilai rugi-rugi sinyal di udara

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis terhadap pengukuran kuat sinyal gelombang radio FM pada frekuensi 833.3 kHz pada ruang bebas, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Percobaan gelombang radio FM berfrekuensi rendah telah berhasil dilakukan dan dapat berkomunikasi pada beberapa parameter jarak yang telah ditentukan.
2. Hasil pengukuran nilai V_{pp} yang diterima pada rangkaian penerima akan semakin kecil jika jarak antara transmitter dan receiver semakin jauh.
3. Nilai persentase redaman meningkat jika jarak antara transmitter dan receiver semakin jauh.

4. Nilai rugi-rugi sinyal di udara (free space loss) berbanding lurus dengan jarak, dimana semakin jauh jarak antara pemancar dan penerima, maka semakin besar nilai rugi-rugi sinyal di udara.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Park, K. Kwak, W. K. Chung, and J. Kim, "Development of Underwater Short-Range Sensor Using Electromagnetic Wave Attenuation," *IEEE J. Ocean. Eng.*, vol. 41, no. 2, pp. 318–325, 2016.
- [2] L. JAMBOLA, A. R. DARLIS, L. LIDYAWATI, and D. F. HUSAENI, "Sistem Komunikasi Suara Bawah Air dengan Metoda Simplex menggunakan Visible Light Communication (VLC)," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 7, no. 2, p. 253, 2019.
- [3] K. N. Alvertos, E. A. Karagianni, K. D. Vardakis, T. K. Mpountas, and D. I. Kaklamani, "Bow-tie antenna for underwater Wireless Sensor Networks," *2017 Int. Work. Antenna Technol. Small Antennas, Innov. Struct. Appl. iWAT 2017*, pp. 323–326, 2017.
- [4] K. Radio, L. Mubarakah, and A. K. Nirkabel, "Karakteristik Redaman dan Shadowing dalam," vol. 4, no. 1, 2015.
- [5] H. Lehpamer, *Microwave Transmission Networks: Planning, Design, and Deployment Second Edition*, 2nd ed., vol. 53, no. 9. The McGraw-Hill Companies, 2010.
- [6] P. Alit and W. Santiary, "Sistem Verifikasi Modul Modulasi Fm (Frekuensi Modulasi) Menggunakan Bahasa Pemrograman Matlab," *Maj. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 8, no. 2, 2012, doi: 10.24843/10.24843/MITE.
- [7] P. Screenings, "Analysis & Implementation of Frequency Modulation in Order to make a Frequency," no. January, 2017.
- [8] I. M. S. Wiryawan, "PERANCANGAN SIMULATOR MODULASI DAN DEMODULASI FM MENGGUNAKAN LABVIEW Design Of Modulation and Demodulation Simulator for FM Using LABVIEW," *Prodi D3 Tek. Telekomun. Fak. Ilmu Ter. Univ. Telkom*, vol. 1, no. 2, pp. 1–6, 2015.
- [9] N. Mufid and P. N. Jakarta, "Analisis Link Budget Pada Antena Radio Gelombang Mikro Analisis Link Budget Pada Antena Radio," no. March, pp. 0–10, 2019, doi: 10.17605/OSF.IO/KESCD.
- [10] N. LIZELWATI, "Resonansi Pada Rangkaian Rlc," *J. Sainstek IAIN Batusangkar*, vol. 3, no. 1, pp. 90–95, 2011, doi: 10.31958/js.v3i1.40.
- [11] S. M. Sagita, S. Khotijah, and R. Amalia, "PENGKONVERSIAN DATA ANALOG MENJADI DATA DIGITAL DAN DATA DIGITAL MENJADI DATA ANALOG MENGGUNAKAN INTERFACE PPI 8255 DENGAN BAHASA PEMROGRAMAN BORLAND DELPHI 5.0," 2013.