

IMPLEMENTASI RADIO AM UNTUK KOMUNIKASI BAWAH LAUT AM RADIO IMPLEMENTATION FOR COMMUNICATION UNDER THE SEA

Annisa Arikatul Hasanah¹, Nyoman Bogi Aditya Karna², Arfianto Fahmi³

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

¹annisaah@student.telkomuniversity.ac.id, ²aditya@telkomuniversity.ac.id,

³arfiantof@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Indonesia merupakan sebuah Negara berbentuk kepulauan, dengan luas wilayah perairan lebih besar dibandingkan dengan daratan. Pengiriman data dalam medium air laut umumnya masih menggunakan sistem kerja dari SONAR (Sound, Navigation, and Ranging). Dalam Tugas Akhir ini, menggunakan implementasi propagasi gelombang radio dengan menggunakan teknik Modulasi Amplitudo (AM) dan pengaruh sinyal *carrier* yang digunakan dalam sistem terhadap redaman. Pengukuran dilakukan pada jarak 10 cm hingga 50 cm dengan kedalaman 15 hingga 25 cm. Hasil yang diperoleh dari pengukuran, terjadi redaman sistem frekuensi *carrier* 490 kHz mendapatkan sebesar -18.00 dB hingga -21.02 dB dan frekuensi *carrier* 544 kHz terjadi redaman sebesar -18.06 dB hingga -22.03 dB. Redaman propagasi frekuensi 490 kHz sebesar -19.9454 dB hingga -23.0372 dB dan frekuensi *carrier* 544 kHz sebesar -20.3 dB hingga -23.5293 dB.

Kata kunci: Gelombang Radio, Modulasi Amplitudo, Redaman, Frekuensi *Carrier*.

Abstract

Indonesia is an Archipelagic country, with an area of water preponderant than its land area. Data transmission in seawater is generally still using the SONAR (Sound, Navigation, and Ranging) work system. In this final project, research uses the implementation of radio wave propagation using the Amplitude Modulation (AM) technique and the effect of the carrier signal used in the system on attenuation. Measurements performed on at a distance of 10 cm to 50 cm with a depth of 15 to 25 cm. The results obtained from the measurement, there is an attenuation of the 490 kHz carrier frequency system, getting an attenuation of -18.00 dB to -21.02 dB and a carrier frequency of 544 kHz, an attenuation of -18.06 dB to -22.03 dB. The propagation attenuation of the 490 kHz frequency is -19.9454 dB to -23,0372 dB and the carrier frequency is 544 kHz of -20.3 dB to -23.5293 dB.

Keywords: Radio Waves, Amplitude Modulation, Attenuation, Carrier Frequency.

1. Pendahuluan

Negara Indonesia di kenal dengan sebagian wilayahnya merupakan perairan. Dengan potensi yang ada, timbul lah berbagai sumber mata pencaharian bagi warga. Selain itu, perkembangan teknologi dalam layanan berkomunikasi berkembang pesat. Akibat nya, memungkinkan terjadi adanya pengembangan dalam layanan berkomunikasi dalam bidang pelayaran atau maritim maupun perikanan sesuai potensi sumber daya alam di Indonesia. Pada saat ini pengiriman data komunikasi dalam air laut masih menggunakan sistem SONAR (Sound, Navigation, and Ranging). Penelitian terkait komunikasi bawah laut dengan penggunaan wifi yang pemancaran sinyalnya menggunakan propagasi gelombang radio pada rentang frekuensi 2.4 GHz dan 5 GHz dalam mengirimkan sebuah informasi. Kedalaman pengujian kedua frekuensi terletak pada kedalaman 0.5 m. Dalam proses pemancarannya, *transmitter* hanya pada frekuensi 2.4 Ghz yang berhasil mengirim informasi dengan jarak 0.1 m [1]. Oleh karena itu, dalam penelitian Tugas Akhir ini melakukan perancangan dari sebuah sistem radio AM pada medium frekuensi dan mengetahui performansi sistem ketika melakukan pengiriman sinyal. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan air laut dalam kondisi dua frekuensi *carrier* yang berbeda, yaitu pada frekuensi *carrier* 490 kHz dan 544 kHz.

2. Dasar Teori

2.1 Dasar Sistem Komunikasi

Sistem komunikasi merupakan pertukaran informasi data menjadi bentuk baru sehingga dapat digunakan dalam transmisi radio. Sistem komunikasi terbagi menjadi dua sistem, sistem komunikasi analog dan digital. Sistem komunikasi analog merupakan sebuah sinyal yang dapat bekerja membawa sinyal informasinya dengan mengubah karakteristik asalnya. Sinyal analog memiliki dua buah parameter, amplitude dan frekuensi. Manfaat yang dimiliki sinyal analog yaitu jangkauan luas tetapi

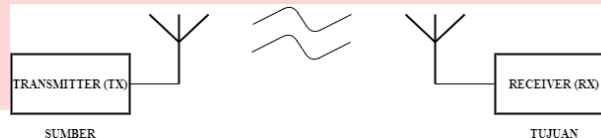
mudah terpengaruh oleh noise [2]. Gambar 2.1 menunjukkan diagram dalam sistem komunikasi secara umum.



Gambar 1 Diagram sistem komunikasi secara umum.

2.1.1 Sistem Komunikasi Radio [3]

Sistem komunikasi radio merupakan sebuah sistem yang melakukan pengiriman informasinya dari tempat ke tempat lain dengan media fisik maupun non fisik. Gelombang radio dapat mengalami radiasi elektromagnetik yang menimbulkan pantulan, pembiasan, difraksi, penyerapan, polarisasi, dan hamburan.



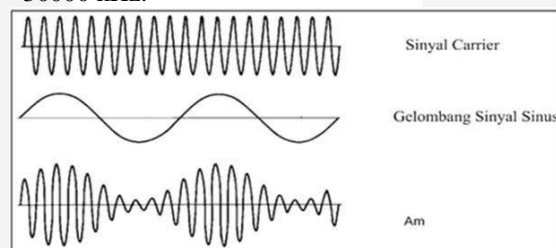
Gambar 2 Blok diagram komunikasi radio.

2.2 Modulasi

Modulasi merupakan perubahan gelombang secara periodik. Sinyal informasi memiliki spektrum lebih rendah dibandingkan dengan sinyal *carrier* dan rentan terhadap *noise*. Modulasi adalah proses dimana sinyal informasi dapat ditumpangkan ke dalam sinyal pembawa yang berupa gelombang sinusoidal dengan frekuensi tinggi. Modulasi dibagi menjadi dua, modulasi analog dan modulasi digital. Modulasi analog terdiri atas Modulasi Amplitudo (AM), Modulasi Frekuensi (FM), dan Modulasi Fasa. Sedangkan pada modulasi digital terdiri atas, Modulasi *amplitude shift keying* (ASK), Modulasi *frequency shift keying* (FSK), dan Modulasi *phase shift keying* (PSK). Tujuan dari modulasi adalah membantu mengirimkan informasi secara efisien, meminimalisir *noise*, memudahkan alokasi frekuensi pada gelombang radio, dan penggabungan beberapa sinyal informasi agar bisa disalurkan secara bersamaan dalam satu kanal informasi saja.

2.2.1 Modulasi Amplitudo [4]

Modulasi amplitudo merupakan proses memodulasikan sinyal informasi kedalam sinyal *carrier*. Modulasi ini disebut juga sebagai modulasi linear, karena terjadi pergeseran frekuensi mengikuti sinyal informasi yang di transmisikan. Frekuensi dan fasa sinyal pada modulasi amplitudo tetap, yang berubah hanya amplitudo saja. Rentang frekuensi kerja modulasi amplitudo 500 Hz hingga 1600 kHz dengan panjang gelombang 1600 – 30000 kHz.



Gambar 3 bentuk sinyal modulasi AM

Indeks modulasi pada kondisi 1 merupakan kondisi ideal. Sedangkan indeks modulasi ($m < 1$) sinyal yang termodulasi kurang maksimal dan apabila ($m > 1$) sinyal termodulasi akan mengalami distorsi. Untuk mencegah sinyal termodulasi mengalami overmodulasi, melakukan pembatasan dalam besar kecilnya melalui indeks modulasi (m).

2.3 Redaman

Redaman merupakan pengurangan daya sinyal akibat pengaruh jarak dalam pengiriman sinyal. Redaman memiliki berkurangnya intensitas radiasi gelombang akibat absorbs dan *scattering*.

$$\text{redaman (dB)} = 20 \log \frac{V_{out}}{V_{in}} \quad (1)$$

$$\text{redaman (\%)} = \frac{V_{pp Tx} - V_{pp Rx}}{V_{pp Tx}} \times 100 \% \quad (2)$$

2.4 Xr 2206

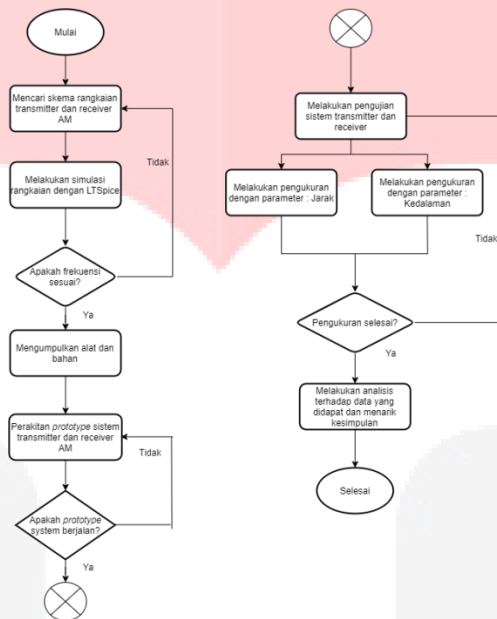
Xr2206 merupakan pembangkit sinyal yang terdiri dari beberapa rangkaian elektronika. Xr2206 dapat menghasilkan 4 gelombang yaitu gelombang sinus, *square*, *triangle*, dan *saw*. Gelombang

keluaran dari Xr2206 memiliki kualitas stabil dan stabil. Dalam mengeluarkan sinyal sinus atau segitiga yang dilakukan transistor. Sumber daya yang digunakan oleh Xr2206 menggunakan baterai 9v [5].

3. Perancangan Sistem

Pada Tugas Akhir ini dirancang sebuah sistem radio dengan menggunakan modulasi amplitudo. Secara umum, sistem yang akan dirancang akan terbagi menjadi dua bagian yaitu transmitter dan receiver. Dalam perancangan transmitter, sinyal informasi yang digunakan berasal dari Xr2206 yang diinputkan pada frekuensi carrier sistem lalu dipancarkan melalui antenna. Sedangkan pada sisi receiver, antenna berfungsi menangkap sinyal yang telah dipancarkan oleh transmitter dan ditampilkan melalui osiloskop.

3.1. Diagram Alir



Gambar 4 Diagram Alir Sistem

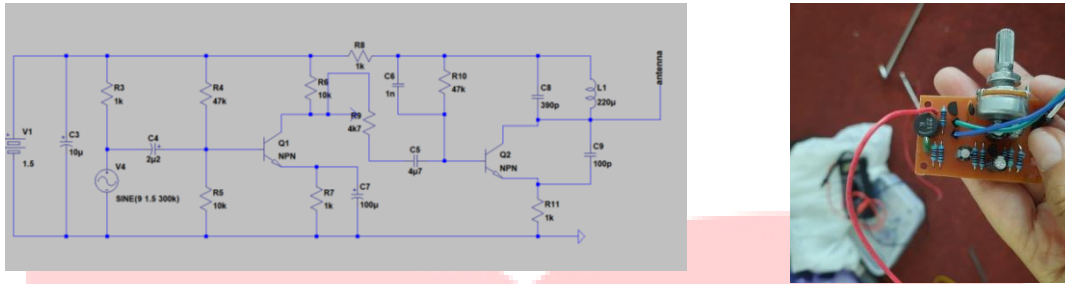
Cara kerja dari sistem dimulai dengan melakukan pencarian skema rangkaian Tx dan Rx AM, dilanjutkan melakukan simulasi rangkaian yang telah didapat. Setelah sesuai rencana melakukan perakitan sistem dan pengujian sistem. Parameter dalam pengujian sistem yang digunakan jarak dan kedalaman.

3.2 Skematik dan Realisasi Sistem

3.2.1 Transmitter

Sistem transmisi pada *transmitter* AM ini yaitu menumpangkan frekuensi informasi terhadap dua frekuensi *carrier* yaitu 490 kHz dan 544 kHz. *Transmitter* AM memiliki dua bagian yaitu *amplifier* dan osilator frekuensi radio. Osilator frekuensi dibangun pada Q_1 . Kapasitor C_6 yang bernilai 1 nF berfungsi menyambungkan sinyal bagian atas terhadap inductor L_1 . Kapasitor yang berada di C_9 bernilai 100pF yang berfungsi untuk memastikan osilasi telah ditransfer dari kolektor ke emitor dengan melalui bagian Q_2 . Resistor R_1 memiliki nilai 1 kohm untuk memastikan osilasi tidak beralih menuju area *ground* dan berguna meningkatkan impedansi input pada sinyal agar sinyal modulasi tidak bersifat 0. Kapasitor C_8 dan inductor L_1 berfungsi sebagai *tank circuit* dimana C_8 dan L_1 dapat diubah-ubah nilai komponennya agar mencapai frekuensi *carrier* sesuai yang kita inginkan. Untuk menentukan frekuensi *carrier* yang diinginkan, dapat ditentukan dengan perhitungan dalam persamaan berikut :

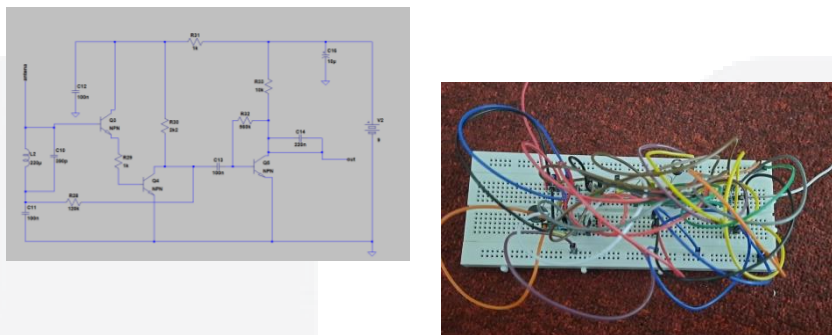
$$f_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (3)$$



Gambar 5 rangkaian dan realisasi transmitter [10].

3.2.2 Receiver

Pada Gambar 6 menunjukkan skema rangkaian receiver dan realisasi alat yang telah dirancang. Dalam *receiver* ini menggunakan 3 buah transistor BC549 dengan label pada skema gambar yaitu Q_1 , Q_2 , dan Q_3 . Transistor Q_1 dan Q_2 diletakkan berpasangan dengan tujuan sebagai penguat dan tambahan emitor. Tambahan emitor pada Q_2 berfungsi untuk mencegah pemuatan rangkaian pada *tank circuit*, sedangkan pada transistor Q_1 sebagai penguat tegangan yang masuk ke dalam rangkaian. Transistor Q_3 berfungsi sebagai penguat sinyal yang telah diterima dari pancaran antenna *transmitter*. Pada kapasitor C_{16} sebagai penyaring *noise* yang ditimbulkan dalam pengiriman sebuah informasi. Pada *receiver* ini juga terdapat rangkaian *tank circuit* yang disesuaikan pada bagian L_2 dan C_{10} agar mampu menerima frekuensi pancaran sesuai yang diinginkan dengan persamaan 2.



Gambar 6 rangkaian dan realisasi receiver [11]

4. Pengujian dan Analisis

Sebelum melakukan pengambilan data, diperlukan merakit kolom terpal terlebih dahulu. Selanjutnya, kolom yang telah dirakit diisi dengan menggunakan air laut. Tahap pertama dalam melakukan pengambilan data yaitu melakukan kalibrasi pada osiloskop, agar hasil yang didapatkan dari sistem berjalan maksimal. Pengujian pertama dilakukan pada frekuensi *carrier* 490 kHz, dengan meletakkan sistem *transmitter* dan *receiver* pada jarak 10 cm dengan kedalaman air 15 cm. Apabila berhasil, *receiver* dipindahkan secara berkala dengan jarak perbedaan *interval* sejauh 10 cm hingga menyentuh jarak 50 cm. Dilanjutkan dengan kedalaman di 20 cm dan 25 cm. Setelah data didapat, dilanjutkan dengan melakukan pengukuran pada frekuensi *carrier* 544 kHz.

4.1 Hasil Pengujian Sistem pada Frekuensi Carrier 490 kHz

Dari hasil pengujian berhasil didapatkan sebanyak 15 terdiri atas 5 buah untuk jarak 10 cm – 50 cm dengan kedalaman 15 cm, 5 buah jarak sama dengan kedalaman 20 cm dan 5 buah jarak sama di kedalaman 25 cm. Pengujian sistem dilakukan dengan cara mengganti kapasitor pada sirkuit tank di sisi transmitter dan receiver dengan nilai kapasitor yaitu 470pF. Data yang didapatkan ditunjukkan pada Gambar 7.

Kedalaman	Jarak (Cm)	Vpp Transmitter (V)	Vpp Receiver (V)
	15 Cm	10	0.48
20		0.52	0.0616
30		0.488	0.0536
40		0.5	0.054
50		0.504	0.0504
Kedalaman	Jarak (Cm)	Vpp Transmitter (V)	Vpp Receiver (V)
	20 cm	10	0.64
20		0.64	0.068
30		0.568	0.0576
40		0.544	0.0544
50		0.544	0.0536
Kedalaman	Jarak (Cm)	Vpp Transmitter (V)	Vpp Receiver (V)
	25 cm	10	0.504
20		0.504	0.0536
30		0.512	0.0496
40		0.512	0.0456
50		0.504	0.0448

Gambar 7 Hasil Vpp Fc 490 kHz

4.2 Hasil Pengujian Sistem pada Frekuensi Carrier 544 kHz

Dari hasil pengujian berhasil didapatkan sebanyak 15 data yang terdiri atas 5 buah untuk jarak 10 cm – 50 cm dengan kedalaman 15 cm, 5 buah jarak yang sama dengan kedalaman 20 cm dan 5 buah jarak sama di kedalaman 25 cm. Pengujian sistem dilakukan dengan cara mengganti kapasitor pada sirkuit tank di sisi transmitter dan receiver dengan nilai kapasitor yaitu 390pF. Data yang didapatkan ditunjukkan pada Gambar 8.

Kedalaman	Jarak (Cm)	Vpp Transmitter (V)	Vpp Receiver (V)
	15 Cm	10	0,48
20		0,456	0,056
30		0,52	0,062
40		0,5	0,052
50		0,52	0,04
Kedalaman	Jarak (Cm)	Vpp Transmitter (V)	Vpp Receiver (V)
	20 cm	10	0,54
20		0,52	0,058
30		0,46	0,048
40		0,52	0,052
50		0,512	0,0472
Kedalaman	Jarak (Cm)	Vpp Transmitter (V)	Vpp Receiver (V)
	25 cm	10	0,664
20		0,632	0,07
30		0,672	0,068
40		0,536	0,0528
50		0,544	0,052

Gambar 8 Hasil Vpp Fc 544 kHz

4.3 Hasil pengujian propagasi pada Frekuensi Carrier 490 kHz

Dari hasil pengujian berhasil didapatkan sebanyak 75 data yang terdiri atas 5 buah data dalam satu jarak . Pengujian dilakukan dengan cara mengganti kapasitor pada sirkuit tank di sisi transmitter dan receiver dengan nilai kapasitor yaitu 470pF dan titik pengujian dilakukan pada antenna *transmitter* dan *receiver*. Data yang didapatkan ditunjukkan pada Gambar 9.

Kedalaman	Jarak (Cm)	Vpp Transmitter (V)	Vpp Receiver (V)
	15 Cm	10	0.5072
20		0.5536	0.04944
30		0.4944	0.0416
40		0.4832	0.04032
50		0.472	0.03904
Kedalaman	Jarak (Cm)	Vpp Transmitter (V)	Vpp Receiver (V)
	20 cm	10	0.4496
20		0.5424	0.04464
30		0.456	0.03752
40		0.5248	0.04302
50		0.4816	0.03584
Kedalaman	Jarak (Cm)	Vpp Transmitter (V)	Vpp Receiver (V)
	25 cm	10	0.436
20		0.4112	0.03152
30		0.4576	0.03448
40		0.488	0.0344
50		0.3672	0.02648

Gambar 9 Hasil Pengujian Vpp di antenna pada Fc 490 kHz

4.4 Hasil pengujian propagasi pada Frekuensi Carrier 544 kHz

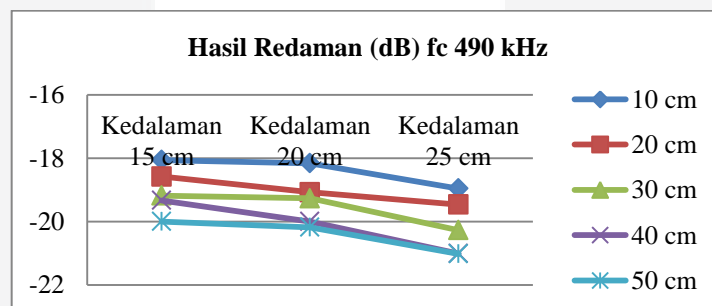
Dari hasil pengujian berhasil didapatkan sebanyak 75 data yang terdiri atas 5 buah data dalam satu jarak . Pengujian dilakukan dengan cara mengganti kapasitor pada sirkuit tank di sisi transmitter dan receiver dengan nilai kapasitor yaitu 390pF dan titik pengujian dilakukan pada antenna *transmitter* dan *receiver*. Data yang didapatkan ditunjukkan pada Gambar 10.

Kedalaman	15 Cm		
	Jarak (Cm)	Vpp Transmitter (V)	Vpp Receiver (V)
Kedalaman 15 Cm	10	0,4304	0,0416
	20	0,4512	0,04272
	30	0,5344	0,05056
	40	0,5344	0,05024
	50	0,464	0,04304
Kedalaman	20 cm		
	Jarak (Cm)	Vpp Transmitter (V)	Vpp Receiver (V)
Kedalaman 20 cm	10	0,4576	0,04384
	20	0,576	0,0488
	30	0,568	0,04784
	40	0,5872	0,04704
	50	0,5984	0,04448
Kedalaman	25 cm		
	Jarak (Cm)	Vpp Transmitter (V)	Vpp Receiver (V)
Kedalaman 25 cm	10	0,4592	0,03856
	20	0,4336	0,03456
	30	0,4192	0,032
	40	0,4672	0,03112
	50	0,4112	0,02776

Gambar 10 Hasil Pengujian Vpp di antenna pada Fc 544 kHz

4.5 Hasil Redaman Sistem (dB) pada Frekuensi Carrier 490 kHz

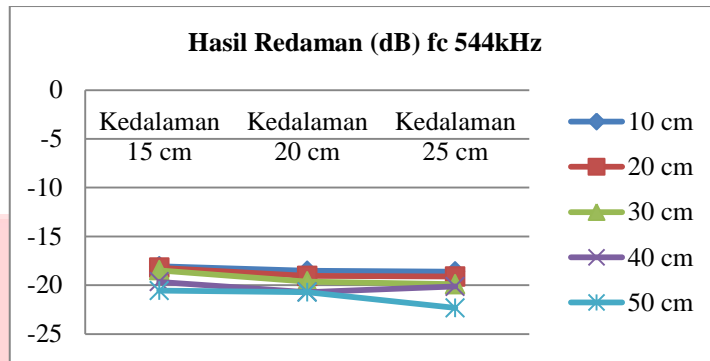
Pada Gambar 11 menunjukkan grafik nilai redaman dalam decibel (dB) yang dihitung pada persamaan 3 dengan parameter jarak dan kedalaman. Semakin jauh jarak tempuh yang dialami dari proses pengiriman sinyal maka semakin besar nilai redaman yang dihasilkan oleh sistem. Nilai redaman tertinggi pada frekuensi carrier 490 kHz berada di -21,02 dB yang berada pada jarak propagasi gelombang radio AM terjauh yaitu pada jarak 50 cm di kedalaman 25 cm. Sedangkan nilai redaman terendah berada di -18.0618 dB di jarak 10 cm dengan kedalaman 15 cm.



Gambar 11 Hasil redaman (dB) pada fc 490 kHz

4.6 Hasil Redaman Sistem (dB) pada Frekuensi Carrier 544 kHz

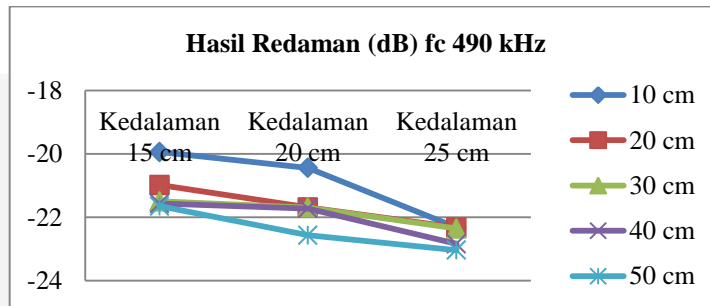
Pada Gambar 12 menunjukkan grafik nilai redaman dalam decibel (dB) yang dihitung pada persamaan 3 dengan parameter jarak dan kedalaman. Semakin jauh jarak tempuh yang dialami dalam pengiriman sinyal maka semakin besar nilai redaman yang didapatkan oleh sistem. Nilai redaman tertinggi pada frekuensi carrier 544 kHz berada di -22,3301 dB yang berada pada jarak propagasi pengiriman terjauh yaitu di jarak 50 cm dengan kedalaman 25 cm. Sedangkan nilai redaman terendah berada di -18.0615 dB di jarak 10 cm dengan kedalaman 25 cm.



Gambar 12 Hasil redaman (dB) pada fc 544 kHz

4.7 Redaman propagasi pada Frekuensi Carrier 490 kHz

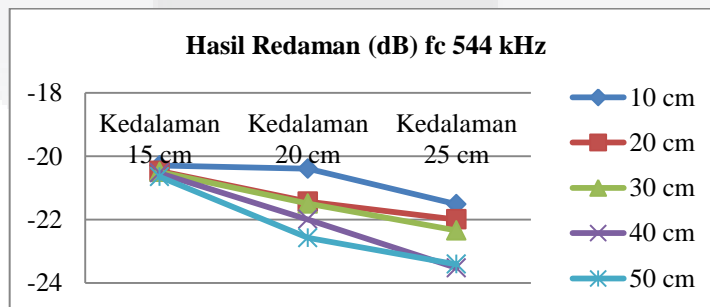
Berdasarkan hasil dari nilai redaman rata-rata yang didapatkan pada Gambar 13, redaman tertinggi pada frekuensi carrier 490 kHz berada di -23,037 dB yang berada pada jarak propagasi gelombang radio AM terjauh yaitu pada jarak 50 cm dengan kedalaman 25 cm. Sedangkan nilai redaman terendah berada di -19.9454 dB di jarak 10 cm dengan kedalaman 15 cm. Keterkaitan antara jarak dengan redaman dirumuskan menjadi persamaan $y = -19.9308 - 3.9961x$ untuk kedalaman 15 cm, kedalaman 20 cm yaitu $y = -20.3608 - 4.2125x$ dan kedalaman 25 cm yaitu $y = -21.9961 - 1.9375x$.



Gambar 13 Hasil redaman propagasi pada fc 490 kHz

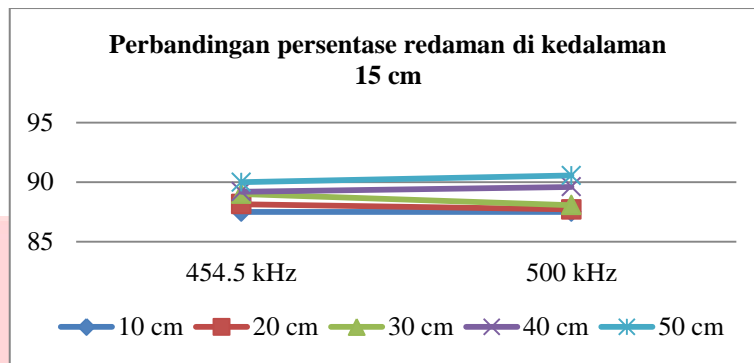
4.8 Redaman propagasi pada Frekuensi Carrier 544 kHz

Pengukuran pertama dilakukan di kedalaman 15 cm dengan jarak 10 cm hingga 50 cm, mengalami besar redaman sebesar -20.3 dB hingga -20.65 dB. Redaman terendah yang dialami pada pengukuran pertama sebesar -20.3 dB dan tertinggi di -20.65 dB. Pada pengukuran kedua di kedalaman 20 cm redaman terendah sebesar -20.3 di jarak 10 cm dan redaman tertinggi -22.6 dB pada jarak 50 cm. Pengukuran ketiga dilakukan pada kedalaman 25 cm, redaman terendah di -21.5 dB dan redaman tertinggi sebesar -23.6 dB. Keterkaitan antara jarak dengan redaman dirumuskan menjadi persamaan $y = -20.2602 - 0.7721x$ untuk kedalaman 15 cm, kedalaman 20 cm yaitu $y = -20.1094 - 4.913x$ dan kedalaman 25 cm yaitu $y = -20.9649 - 5.3201x$.



Gambar 14 Hasil redaman propagasi pada fc 490 kHz

4.9 Perbandingan Hasil Redaman (%) pada Kedalaman 15 cm

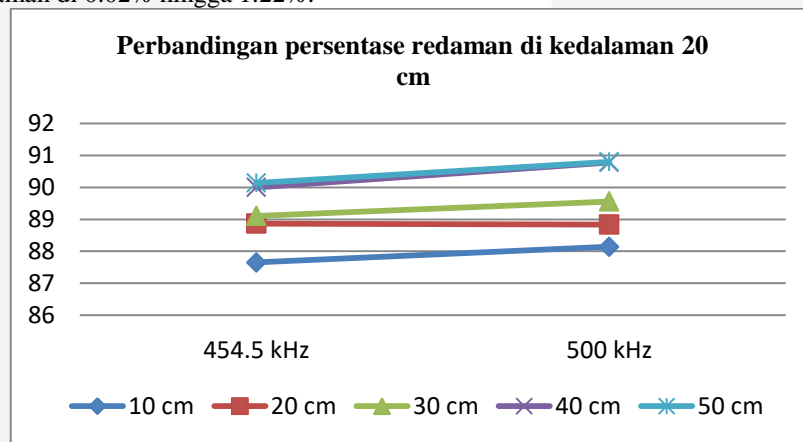


Gambar 15 perbandingan redaman (%) pada kedalaman 15 cm

Gambar 11 menunjukkan hasil perbandingan redaman yang terjadi pada saat pengiriman informasi dengan menggunakan frekuensi *carrier* 490 kHz dan 544 kHz yang dilakukan pada kedalaman 15 cm dengan jarak tempuh 10 cm hingga 50 cm. Pengiriman pada frekuensi *carrier* 490 kHz menghasilkan pancaran frekuensi sinyal termodulasi sebesar 454.5 kHz. Pada frekuensi *carrier* 544 kHz menghasilkan frekuensi sinyal termodulasi sebesar 500 kHz. Redaman yang terjadi pada f_c 490 kHz mengalami kenaikan redaman yang bervariasi berkisar di 0.19% hingga 0.86%. Sedangkan pada f_c 500 kHz mengalami kenaikan redaman berkisar 0.21% hingga 1.53%. Penyebab terjadinya kenaikan redaman dalam sebuah sistem diakibatkan faktor dari alat yang sudah sering digunakan dan medium tempat mengirimkan sinyal.

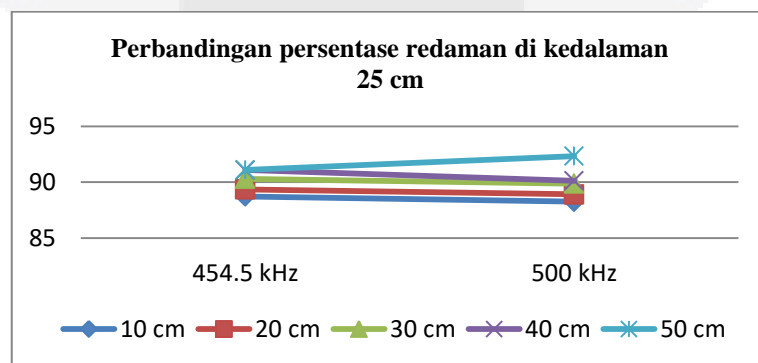
4.10 Perbandingan Hasil Redaman (%) pada Kedalaman 20 cm

Pada frekuensi *carrier* 490 kHz variasi redaman yang terjadi berkisar pada 87.65% hingga 90.14%. Hasil redaman terendah sebesar 87.5% berada pada jarak 10 cm dan yang tertinggi 90.14% dialami pada jarak 50 cm. Pengukuran frekuensi *carrier* 544 kHz, memiliki redaman terkecil yaitu 88.14% dan redaman tertinggi yang diperoleh 90.8%. Kenaikan redaman pada frekuensi *carrier* 490 kHz mengalami variasi diantara 0.11% hingga 1.35%. Sedangkan pada frekuensi *carrier* 544 kHz mengalami kenaikan redaman di 0.02% hingga 1.22%.



Gambar 16 perbandingan redaman (%) pada kedalaman 20 cm

4.11 Perbandingan Hasil Redaman (%) pada Kedalaman 25 cm



Gambar 17 perbandingan redaman (%) pada kedalaman 25 cm

Pengukuran sistem yang terakhir dilakukan pada kedalaman 25 cm dengan frekuensi *carrier* 490 kHz mengalami redaman sebesar 88.73% – 91.11% dan frekuensi 544 kHz mengalami redaman sebesar 88.25% – 92.35%. Peningkatan redaman yang terjadi pada frekuensi *carrier* 490 kHz bervariasi, yaitu sebesar 0.02% hingga 0.95%. Sedangkan frekuensi *carrier* 544 kHz mengalami redaman terendah sebesar 88.25% dan tertinggi sebesar 92.35%. Kenaikan redaman yang terjadi sekitar 0.26% hingga 2.21%. Redaman yang terjadi pada jarak pengukuran 50 cm dengan frekuensi *carrier* 544 kHz merupakan redaman paling tinggi yang dialami sistem dibandingkan dengan kedalaman 15 cm dan 20 cm pada jarak yang sama.

5. Kesimpulan

1. *prototype* radio dengan teknik Modulasi amplitude menggunakan dua frekuensi *carrier* 490 kHz dan 544 kHz berhasil dirancang dan telah diujikan pada kedalaman 15 hingga 25 cm dengan jarak 10 cm hingga 50 cm. Namun, pada *prototype* ini belum terlalu stabil dalam pengiriman datanya karena mengalami redaman sistem yang cukup tinggi diatas 80%.
2. Semakin jauh jarak yang ditempuh semakin besar redaman yang diperoleh. Redaman propagasi pada frekuensi 490 kHz sebesar -19.9454 dB hingga -23.0372 dB. Sedangkan pada frekuensi *carrier* 544 kHz sebesar -20.3 dB hingga -23.5293 dB. Hal ini dikarenakan pengiriman data pada air laut lebih kompleks dibandingkan dengan pengiriman data di udara.
3. Redaman sistem yang terjadi pada frekuensi *carrier* 490 kHz sebesar -18 dB hingga -21.02 dB dan pada frekuensi *carrier* 544 kHz redaman sebesar -18.06 dB hingga -22.03 dB. Redaman sistem lebih kecil dibandingkan dengan hasil redaman propagasi dikarenakan terjadinya penguatan yang dilakukan oleh amplifier pada sisi penerima sebelum di keluarkan pada output serta kondisi alat yang belum stabil dan kondisi dari tempat untuk melakukan pengujian yang berbeda-beda dapat mempengaruhi hasil.
4. Frekuensi yang terlewatkan pada sisi transmitter dan receiver pada pengujian yaitu di 454.5 kHz dan 500 kHz.

Daftar Pustaka:

- [1] Y. Taniguchi, "Experimental evaluation of a WiFi device in an undersea environment," *Proc. - AIMS 2015, 3rd Int. Conf. Artif. Intell. Model. Simul.*, pp. 408–411, 2016.
- [2] I. Made, S. Wiryawan, Y. S. Rohmah, and A. D. Pambudi, "Perancangan Simulator Modulasi Dan Demodulasi Am Menggunakan Labview Design of Modulation and Demodulation Am Simulator Using Labview," *-Proceeding Appl. Sci. Agustus*, vol. 1, no. 2, pp. 1349–1358, 2015.
- [3] "No Title," 2019. [Online]. Available: https://id.wikipedia.org/wiki/Spektrum_frekuensi_radio.
- [4] S. Haykin, "Simon Haykin Communication Systems 4th Edition 2000.pdf." .
- [5] E. Nurraharjo, "Rangkaian Pembangkit Gelombang dengan menggunakan IC XR-2206," *Teknol. Inf. Din.*, vol. 18, no. 1, pp. 24–29, 2013.
- [6] J. Short, "XR2206 Multi-Function Generator User Manual," pp. 1–2.
- [7] A. Sofiana and I. Yulianti, "Identifikasi Nilai Hambat Jenis Arang Tempurung Kelapa dan Arang Kayu Mangrove sebagai Bahan Alternatif Pengganti Resistor Film Karbon," *Unnes Phys. J.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–6, 2017.
- [8] "No Title," 2020. [Online]. Available: https://www.electronics-tutorials.ws/capacitor/cap_1.html.
- [9] L. Gunarta, "Induktor," no. L, pp. 1–6, 2011.
- [10] Admin, "AM Transmitter Circuit," 2014. [Online]. Available: <https://www.circuitstoday.com/am-transmitter-circuit>.
- [11] A. Collinson, "AM Receiver." [Online]. Available: <http://www.zen22142.zen.co.uk/Circuits/rf/amrec.htm>.